

VŠB – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA

FAKULTA STROJNÍ

KATEDRA ROBOTIKY

DIPLOMOVÁ PRÁCE

2020

Jiří Vojtíšek

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra robotiky

Knihovna modelů běžných prvků robotizovaných pracovišť

The Model Library of the Common Elements in the Robotized Workplaces

Student:

Bc. Jiří Vojtíšek

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Daniel Huczala

Ostrava 2020

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Jiří Vojtíšek**
Studijní program: N2301 Strojní inženýrství
Studijní obor: 2301T013 Robotika
Téma: **Knihovna modelů běžných prvků robotizovaných pracovišť**
The Model Library of the Common Elements in the Robotized
Workplaces
Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

1. Analyzujte nejběžnější prvky robotizovaných technologických pracovišť a proveďte jejich rozbor.
2. Popište základní principy práce s knihovnami CAD modelů v PDM systému PTC Intralink.
3. Zvolte vhodné prvky RTP a vytvořte jejich parametrické modely.
4. Vytvořte knihovnu v systému Intralink a importujte modely na server.
5. Navrhněte RTP z parametrických modelů jako demonstrační úlohu.
6. Práci doložte i v elektronické podobě.


Seznam doporučené odborné literatury:

SKAŘUPA, J.; MOSTÝN, V. Metody a prostředky návrhu průmyslových a servisních robotů. 1. vydání. Košice: Viena Košice, 2002. 190 s. ISBN 80-88922-55-0.
BURKOVIČ, J. Navrhování robotizovaných montážních linek. 1. vydání. Ostrava: VŠB – TU Ostrava, 2008. 163 s. ISBN 978-80-248-1869-6.
PALKO, A., SMRČEK, J. Robotika, Koncové efekторы pre priemyslné a servisné roboty, Navrhovanie – Konštrukcia - Riešenia. 1. vydání. Košice: TU v Košiciach, 2004. 274 s. ISBN 80-8073-218-3.
ČSN 01 6910 Úprava dokumentů zpracovaných textovými procesory. Praha: Český normalizační institut, srpen 2014.
ČSN ISO 690. Informace a dokumentace – Pravidla pro bibliografické odkazy a citace informačních zdrojů. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011.

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Daniel Huczala**

Datum zadání: 20.12.2019
Datum odevzdání: 18.05.2020


prof. Dr. Ing. Petr Novák
vedoucí katedry





prof. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě:

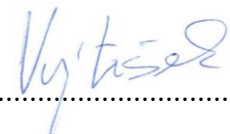

.....

podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- беру на вѣдомі, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že diplomová práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- беру на вѣдомі, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě:


.....
podpis

Jméno a příjmení autora práce:

Bc. Jiří Vojtíšek

Adresa trvalého pobytu autora práce:

Bohumín, Tovární 424, 735 52

ANOTACE DIPLOMOVÉ PRÁCE

VOJTÍŠEK, J. Parametrické modelování běžně užívaných prvků robotických pracovišť: diplomová práce. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra robotiky, 2020, 73 s. Vedoucí: Ing. Daniel Huczala

Diplomová práce se skládá z knihovny modelů běžných prvků robotizovaných pracovišť a textové části. Knihovna je vytvořena v prostředí CAD softwaru Creo Parametric a propojena s PLM systémem Intralink běžícím na serveru Katedry robotiky při Vysoké škole báňské. Textová část detailně popisuje práci s jednotlivými softwary zaměřené na tvorbu, editaci a správu modelů. Dále textová část obsahuje manuály pro správce knihovny a její uživatele, což jsou především budoucí studenti VŠB oboru robotiky. Modely knihovny slouží k urychlení tvorby koncepčního návrhu robotických technologických pracovišť.

ANNOTATION OF THE THESIS

VOJTÍŠEK, J. Parametric modeling of commonly used elements of robotic workplaces: Diploma Thesis. Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Robotics, 2020, 73 p. Thesis head: Ing. Daniel Huczala.

This diploma thesis consists of model library of common robotic workplace elements and a text section. The library was created in CAD software Creo Parametric and is interconnected with university server Intralink by VSB – Technical University of Ostrava, Department of Robotics. The text section describes in detail, how to work with each software focused on creating, editing and managing the models. The text section also contains manuals for library managers and users, which are primarily future students of robotics at VSB. The library models are used for speeding up the creation of the conceptual design of robotic technological workplaces.

OBSAH

Obsah

Seznam obrázků	8
Seznam tabulek	11
Slovník termínů	12
Úvod	13
1 Prvky a komponenty RTP	14
1.1 Prvky manipulačních RTP	14
1.1.1 Pomocné prvky pro přepravu	14
1.2 Prvky svařovacích RTP	15
1.2.1 Pomocné prvky pro svařování	16
1.2.2 Pomocné prvky manipulace	17
1.3 Prvky lakovacích RTP	17
1.3.1 Pomocné prvky lakování	18
1.4 Periferie RTP	18
1.4.1 Efektory	18
1.4.2 Dopravníky	20
1.4.3 Bezpečnostní prvky	21
1.4.4 Polohovadla a podstavce	21
2 Výběr vhodných prvků	23
3 Intralink	25
3.1 Přihlášení	25
3.1.1 Přihlášení z Creo Parametric	25
3.1.2 Přihlášení z internetového prohlížeče	27
3.2 Konfigurační nastavení	27
3.3 Základní pojmy	28
3.3.1 Produkty / knihovny	28
3.4 Práce s workspace a commonspace	30
3.5 Životní cykly	31
3.5.1 Workflow	33
3.6 Verze, revize a iterace	33
3.6.1 Sesbírání dokumentů	35
3.7 Navigátor	36
3.7.1 Vyhledávání	37

OBSAH

3.8	Ikony a jejich vysvětlení.....	38
3.9	Práva a role	40
4	Popis vytváření modelů.....	41
4.1	Vytváření 3D modelů	42
4.2	Relace	43
4.2.1	Parametry	43
4.2.2	Operace v relacích.....	45
4.2.3	Funkce v relacích	45
4.3	Pro/program.....	46
4.3.1	Použití vstupních parametrů	48
4.3.2	Logické podmínky v Pro/program	48
4.4	Family table	49
4.4.1	Vytvoření family table	49
4.4.2	Výběr modelu.....	54
4.4.3	Intralink.....	55
5	Manuál pro uživatele knihovny	57
5.1	Stahování prvků.....	57
5.1.1	Family table	59
5.1.2	Sestavné modely	60
5.1.3	Přejmenování	61
5.2	Práce s prvky	62
5.2.1	Regenerace	63
5.2.2	Rastrová grafika v modelech	63
5.2.3	Přepínání mezi modely	64
6	Manuál pro správce knihovny	65
6.1	Správa uživatelů knihovny	65
6.1.1	Přidávání uživatelů.....	65
6.1.2	Práva uživatelů.....	66
6.2	Práce správce	67
7	Demonstrační pracoviště	68
	Závěr	69
	Seznam použité literatury	71
	Přílohy	72

Seznam obrázků

Obr. 1 – Dopravníky v RTP [1]	15
Obr. 2 – Svařovací RTP [2]	16
Obr. 3 – Lakovací RTP [3]	17
Obr. 4 – Struktura efektoru [5]	19
Obr. 5 – Typy efektorů [6]	19
Obr. 6 – Válečkový dopravník [7]	20
Obr. 7 – Pásový dopravník [8]	20
Obr. 8 – Polohovadlo [9]	22
Obr. 9 – Postup přihlašování (1)	26
Obr. 10 – Postup přihlašování (2)	26
Obr. 11 – Postup přihlašování (3)	26
Obr. 12 – Postup přihlašování (4)	26
Obr. 13 – Postup přihlašování (5)	26
Obr. 14 – Přílohy	28
Obr. 15 – Záložky produktu	29
Obr. 16 – Záložky knihovny	29
Obr. 17 – Operace s uložíšti	30
Obr. 18 – Šablony životních cyklů	32
Obr. 19 – Základní šablona	33
Obr. 20 – Pokročilá šablona	33
Obr. 21 – Sloupec actions	34
Obr. 22 – Detailní karta prvku	35
Obr. 23 – Historie verzí	35
Obr. 24 – Ikony sesbírání	36
Obr. 25 – Ukázka sesbírání (1)	36
Obr. 26 – Ukázka sesbírání (2)	36
Obr. 27 – Umístění navigátoru	37
Obr. 28 – Typy vyhledávání	37
Obr. 29 – Rozšířené vyhledávání	38
Obr. 30 – Role uživatelů	40

Obr. 31 – Vytvoření nového prvku	42
Obr. 32 – Definice typu prvku	42
Obr. 33 – Základní zobrazení prázdného prvku	42
Obr. 34 – Operace k vytváření 3D modelu	43
Obr. 35 – Funkce k vytvoření 2D nákresu	43
Obr. 36 – Umístění relací	43
Obr. 37 – Typy parametrů	44
Obr. 38 – Úprava názvu rozměrů	44
Obr. 39 – Podporované funkce v relacích	45
Obr. 40 – Okno relací	45
Obr. 41 – Umístění modulu Program	46
Obr. 42 – Menu manager	46
Obr. 43 – Menu manager – vstupy	48
Obr. 44 – Menu manager – volba vstupů	48
Obr. 45 – Zadávání vstupů	48
Obr. 46 – Zápis operací [11]	49
Obr. 47 – Doplnění relací [11]	49
Obr. 48 – Relace v sestavách [11]	49
Obr. 49 – Příklad family table [12]	49
Obr. 50 – Pojmenování operací, rozměrů a parametrů	50
Obr. 51 – Umístění Family Table	50
Obr. 52 – Prázdné okno Family Table	51
Obr. 53 – Výběr parametrů pro Family Table	51
Obr. 54 – Parent	52
Obr. 55 – Zpřístupnění funkcí Family Table	53
Obr. 56 – Prvky Family Table dle inkrementu	53
Obr. 57 – Zobrazení generovaného dílu	54
Obr. 58 – Výběr modelu Family table dle jména	55
Obr. 59 – Výběr modelu Family table dle parametru	55
Obr. 60 – Nová záložka na detailní kartě	56
Obr. 61 – Vytvoření záložky typu Family	56
Obr. 62 – Záložka typu Family	56

Obr. 63 – Chybové hlášení	58
Obr. 64 – Chybové hlášení vizualizované značkou zákazu vjezdu – checkout bez oprávnění	58
Obr. 65 – Chybové hlášení – checkout bez oprávnění – detail.....	58
Obr. 66 – Chybové hlášení – Read Only	59
Obr. 67 – Stahování sestavných modelů.....	61
Obr. 68 – Automatické generování nových jmen	61
Obr. 69 – Menu manager	62
Obr. 70 – Výběr parametrů	62
Obr. 71 – Zadávání hodnot	62
Obr. 72 – Message Log.....	63
Obr. 73 – Užití rastrové grafiky na modelu	63
Obr. 74 – Uzamčené funkce	64
Obr. 75 – Přidání uživatele do knihovny	65
Obr. 76 – Práva uživatelů	66
Obr. 77 – Možnosti administrátora	66
Obr. 78 – Nastavení životního cyklu	67
Obr. 79 – Demonstrační pracoviště	68

Seznam tabulek

Tab. 1 – Konfigurační nastavení.....	27
Tab. 2 – Vlastnosti životních cyklů – přeloženo z [13]	32
Tab. 3 – Ikony.....	38
Tab. 4 – Popis funkcí modulu relace	46
Tab. 5 – Rozdělení modulu pro/program.....	47

Slovník termínů

Periferie jsou doprovodná zařízení, která zvyšují funkčnost hlavního zařízení.

Manipulátor je strojní zařízení, které má méně než 3 pohybové osy, nebo takové, které není přeprogramovatelné.

Konfigurační soubor je soubor obsahující jednotlivá nastavení programu Creo.

CNC je z anglického (Computer Numerical Control) počítačem ovládaný obráběcí stroj.

Efektor je zařízení upevněné na posledním článku robotu a definuje jeho hlavní funkci.

Kolaborativní robot je robot certifikovaný k bezprostřední spolupráci s lidmi.

Automatizace je vyšší stupeň mechanizace, která vychází z použití samočinných strojních zařízení a systémů řízení.

Iterace je číselné označení verze modelu na základě počtu uložení do vrcholného adresáře.

Kóta slouží k popisu rozměrů zkoumaného objektu.

Generický díl je model, pomocí kterého se v prostředí softwaru Creo Parametric vytváří jednotlivé instance.

Instance tvoří skupinu modelů vycházející z jednoho modelu (generického dílu).

Booleův parametr je datový parametr reprezentován jednou ze dvou hodnot (v případě Creo Parametric je to Ano/Ne).

VPN z anglického (Virtual Private Network) je nástroj k propojení počítačům prostřednictvím internetové sítě.

Úvod

Koncepční návrh robotických technologických pracovišť (dále jen RTP) je klíčový pro uzavření zakázky nebo pro vyhodnocení, která z několika navrhovaných variant je nejvhodnější. Koncepční návrh RTP probíhá v předprojektové etapě, jež předchází projektové a realizační etapě navrhování RTP.

Koncepty jednotlivých variant pak slouží k demonstrování hlavních operací, popisu toku materiálu, užití jednotlivých komponent na pracovišti a jeho rozměrovému uspořádání. Vytvořená pracoviště nemusí být příliš detailní. Je žádoucí je navrhnout se zachováním dostatečné informační hodnoty s cílem co nejrychlejšího přechodu k etapě projektové, popř. realizační.

Existují různé softwary umožňující rychlou tvorbu robotických pracovišť pomocí knihovny modelů používaných komponentů, jako například RobotStudio, Visual Components, RoboDK a další. Zmíněné softwary však mívají různá omezení. Knihovnu, která vznikne v rámci této práce, budou využívat především nyní a budoucí studenti oboru robotiky na VŠB, proto je jedním ze základních požadavků na knihovnu vytvářet modely v prostředí Creo Parametric. Využití knihovny tím vzroste, jelikož tento software katedra robotiky využívá ve všech svých odborných předmětech.

Cílem práce je vytvořit knihovnu modelů prvků k co největšímu urychlení práce konstruktéra pro předběžné návrhy robotických pracovišť. Knihovna bude obsahovat nejvíce využívané prvky robotických pracovišť. Součástí této diplomové práce je také popis vytváření vybraných prvků knihovny, základní popis prostředí a operací softwaru Intralink a manuál pro uživatele knihovny a jejího správce.

1 Prvky a komponenty RTP

Robotická technologická pracoviště (RTP) jsou výrobní prostory, kde se pomocí robotů, jejich periferních zařízení a jiných automatizačních strojů a komponent mění požadovaným způsobem některé z vlastností produktu za účelem zvýšení jeho tržní hodnoty. Použití robotů je především vhodné v případě, že se výrobky produkují ve velkých sériích.

Roboty či manipulátory jsou stroje, které ve většině případů nejsou vybaveny potřebným senzorickým systémem k automatickému rozpoznání polohy a orientace manipulovaného předmětu. Z toho důvodu je nutné jim v pravidelných intervalech přivážet objekty manipulace (OM) na definované místo s definovanou orientací s co nejmenší odchylkou.

Roboty, jejichž největší předností, mimo programovatelnost pohybů, je jejich rychlost, pracují s velkými zrychleními. S rostoucí hmotností OM se tak z robotů stávají velice nebezpečné stroje. Proto je nutné jejich okolí dostatečně zabezpečit, ať už ohraničením jejich pracovního prostoru, nebo doplněním o senzory, jenž při vyhodnocení nebezpečí zpomalí či zcela ukončí práci robotů.

Jednotlivá pracoviště mají odlišnou strukturu a používají odlišných robotů, jejich periferií, bezpečnostních a dalších prvků podle technologické operace vykonávající se na pracovišti. Těchto technologických pracovišť je několik druhů:

- Manipulační
- Svařovací
- Lakovací
- Obráběcí
- Montážní
- Speciální

1.1 Prvky manipulačních RTP

Manipulační pracoviště nejčastěji mění pozici či orientaci OM. Důvodů manipulace může být několik – zakládání produktů do jiných strojů např. CNC, dále balení do krabic či jiných uložení určených k přepravě, nebo založení do speciálních přípravků, pomocí nichž putují OM s požadovanou orientací na další pracoviště.

1.1.1 Pomocné prvky pro přepravu

Pro přesnější orientaci OM na dopravníku, s jehož pomocí se předměty nejčastěji přemísťují v rámci pracovišť, jak je vidět na Obr. 1, se předměty často ukládají na palety,

do krabic či jiných přípravků. Ukládání předmětů do těchto pomocných prvků pro přepravu zároveň umožňuje vhodnější uskladnění a transport.



Obr. 1 – Dopravníky v RTP [1]

K jednotlivým úložným prvkům se používají další doprovodná zařízení. Kupříkladu palety mohou být uloženy v zásobníku, který je postupně pokládá na dopravník. Jelikož na paletách jsou většinou uloženy velice hmotné objekty je vhodné pro jejich přemísťování používat krom dopravníků i paletové či vysokozdvizné vozíky.

1.2 Prvky svařovacích RTP

Svařování, jakožto namáhavá a pro zdraví škodlivá činnost, je další často robotizovaná technologie. Využití robotů v této činnosti nejen chrání zdraví osob, ale má řadu dalších výhod. Např. stále stejná kvalita svaru, vysoká rychlost svařování, svařování na těžko dostupných místech, opakovatelná přesnost svarů a obecné ekonomické výhody práce robotů.

Roboty určené ke svařování bývají konstrukčně upravené tak, aby při svařování nedocházelo k jejich ničení. Oproti robotům určeným k jiným činnostem je změna především v materiálu obalující jednotlivá ramena a ve vedení propojovacích kabelů. Z toho vyplývá, že ke svařování není možné použít jakýkoliv průmyslový robot. Běžně se také robot montuje na stěnu či strop, aby se zvýšila využitelnost pracovního prostoru robotu a docházelo ideálně k svařování shora dolů, jak je možné vidět na Obr. 2.



Obr. 2 – Svařovací RTP [2]

1.2.1 Pomocné prvky pro svařování

Doprovodné prvky k svařování se odvíjí od typu svařování, kterých je několik.

- MIG / MAG / TIG

Jedná se o svařování elektrickým obloukem. Pro tuto technologii je zapotřebí mít vhodný typ hořáku a drátu.

- Bodové svařování

Tato technologie využívá dvou elektrod, do nichž proudí elektrický proud. Mezi elektrodami dochází v místě největšího přechodového odporu k roztavení a svaření materiálu. Pro bodové svařování pomocí robotů je nutné jej doplnit o často velmi rozměrné svářecí kleště.

- Laserové svařování

Používá se především u dílů, u nichž je nutné svařovat vysokou rychlostí a zároveň zajistit co nejmenší tepelné deformace okolního materiálu. Robot pro tuto technologii je opět nutné doplnit vhodným efektozem.

Mimo efektozy nezbytné pro jednotlivé typy svařování je vhodné roboty doplnit o další zařízení a to např.:

- Mechanismus pro kalibraci a čištění hořáku
- Podavač drátu
- Řezačka drátu
- Svařovací zdroj
- Prvek na odstínění záření (zatmavené sklo nebo deska z neprůhledného materiálu)

1.2.2 Pomocné prvky manipulace

Pro kvalitní svar je nutné, aby technologická hlavice na konci robotu byla vůči svařovaným dílům správně orientovaná, což může být těžší úkol, než se na první pohled zdá. Z tohoto důvodu se svařovací roboty doplňují o přídatná polohovací zařízení, která jsou dále popsána v podkapitole 1.4.4.

Kvalita výsledného svaru není daná pouze přesností robotu, ale také tím, jak přesně je svařovaný předmět uchycen na svém místě. K tomu se používá různých manuálních či elektronicky řízených upínacích prvků a dorazů.

1.3 Prvky lakovacích RTP

Robotizace se vysokou měrou rozmáhá především v automobilovém průmyslu, kde se krom manipulace a svařování využívají roboty také pro lakování. Lakování pomocí robotů umožňuje odstranit osoby z prostoru, kde je spousta nebezpečných výparů. Dále lze efektivním nanášením ušetřit 30–50 % barvy a zrychlit a zpřesnit proces jejího nanášení.



Obr. 3 – Lakovací RTP [3]

Roboty pro lakování bývají opět konstrukčně odlišné od obecně užívaných průmyslových robotů, jak je možné vidět na Obr. 3. Jelikož prostředí lakování je náchylné na vzplanutí a výbuch, je nutné zabránit, aby energie pohánějící roboty byla příčinou výbuchu. Podle směrnice Evropské unie o prodeji zařízení určených k použití v prostředí s nebezpečím výbuchu musí tato zařízení splňovat podmínky ATEX [4]. Toho bývá docíleno vedením kabelů uvnitř robotu a zvýšeným IP krytím.

1.3.1 Pomocné prvky lakování

Robot určený k lakování je nutné krom samotné lakovací hlavice doplnit o spoustu dalších potřebných prvků:

- Míchač barev
- Čerpadlo
- Regulátor tlaku
- Dávkovací jednotka
- Ochranné návleky
- Přídavné osy pohybu robotu

Ochranné návleky jsou z výše uvedených přídavných prvků vysoce potřebné, jelikož bez nich by hrozilo, že rozprášená barva by na robotech uschla a vytvořila vrstvu bránící jim v pohybu.

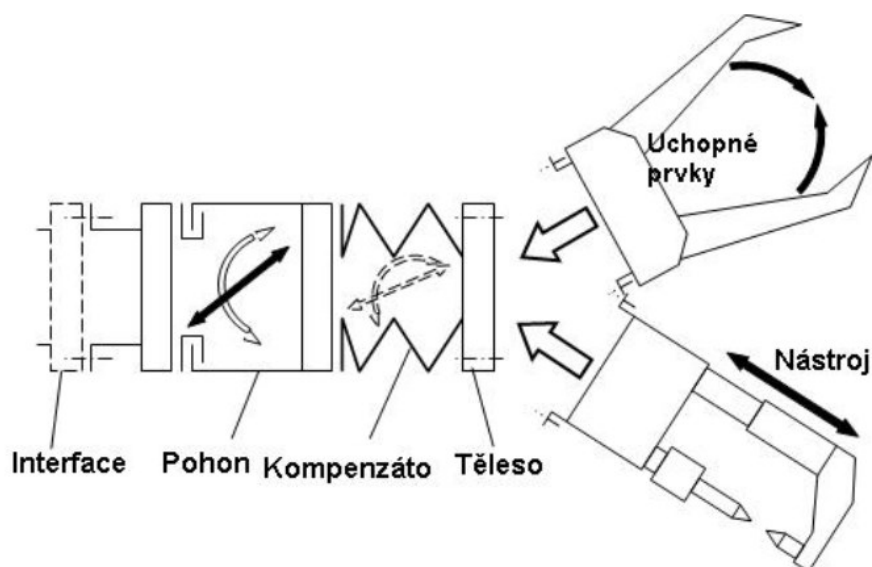
1.4 Periferie RTP

Robot jako takový je dodáván výrobcem bez jakéhokoliv dodatečného vybavení, pokud není součástí některého z nabízených balíků. Proto je nutné se zabývat jednotlivými doplňujícími komponenty pro robot za účelem zvýšení jeho funkčnosti. Základním periferním zařízením, bez kterého se neobejde žádný robot, je efektor neboli koncová hlavice.

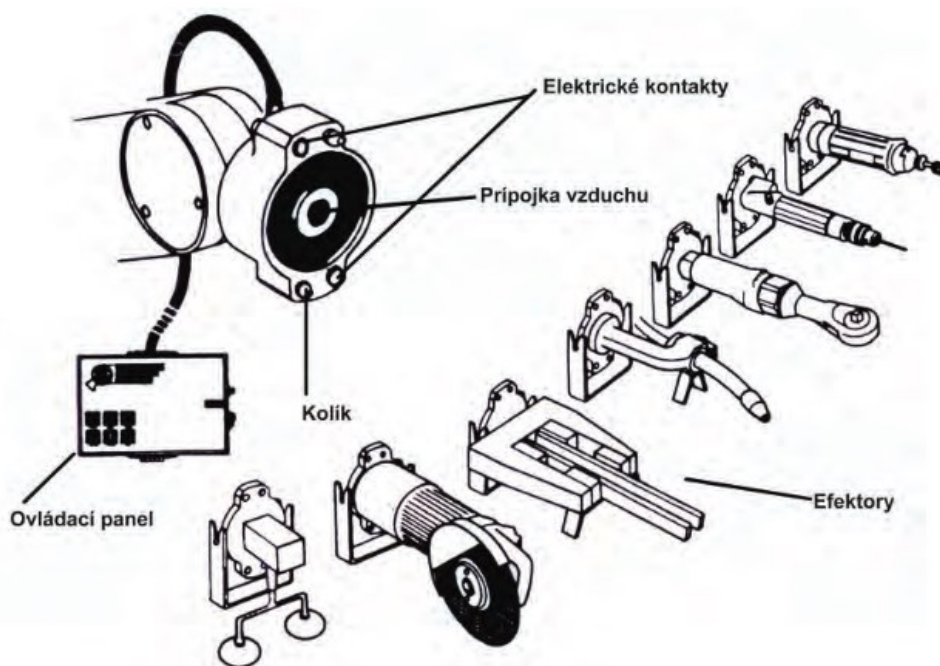
1.4.1 Efektory

Efektor je nedílnou součástí všech robotů. Je to mechanismus připevněný na poslední článek robotu, který definuje jeho hlavní funkci. Nejčastěji jsou to manipulační hlavice, umožňující uchopit dané předměty. Vyrábí se také efektory technologické a kombinované uvedené na Obr. 4 a Obr. 5. Dále jsou tyto mechanismy popsány v kapitolách 1.2 a 1.3.

Uchopovacími zařízeními se v dnešní době zabývá spousta firem dodávající je pro různé nosnosti. Nejčastěji jsou to dvou a více prsté mechanismy poháněné elektricky nebo pneumaticky. Často užívaným manipulačním efektozem bývají také pneumatické přísavky. Mechanismy na bázi pneumatických přísavek se obvykle nevyrábí v sériích a bývají navrhovány přímo na míru pro objekt manipulace – typicky různě tvarované plechy.



Obr. 4 – Struktura efektoru [5]



Obr. 5 – Typy efektorů [6]

Vhodným doplňujícím nástrojem pro zvýšení uplatitelnosti robotu je mechanismus automatické výměny efektorů. Pomocí změny koncového nástroje je pak robot schopný manipulovat s více různými předměty, nebo uchopovat OM za různé geometrie, což může pro některé činnosti ve výrobě být důležité.

1.4.2 Dopravníky

Jedním z nejpoužívanějších prvků všech robotizovaných pracovišť jsou dopravníky. Zajišťují přísun a odsun předmětů ke zpracování. Tato zařízení jsou vhodná z toho důvodu, že předměty k robotu či manipulátoru dopravují v pravidelných intervalech a na stejné místo, což je pro práci robotu klíčové.



Obr. 6 – Válečkový dopravník [7]



Obr. 7 – Pásový dopravník [8]

a) Základní dopravníky bez tažného elementu:

- šnekové,
- spirálové,
- válečkové,
- vibrační,
- spádové,
- pneumatické.

b) Základní dopravníky s tažným elementem:

- řetězové,
- pásové,
- korečkové,
- podvěsné.

Každý z vyjmenovaných typů dopravníků má své výhody a nevýhody, pro něž se v různých odvětvích průmyslu a pro různé typy přepravovaných předmětů používají. Obecně nejpoužívanějšími dopravníky jsou pásové a válečkové, vyobrazené na Obr. 6 a Obr. 7.

1.4.3 Bezpečnostní prvky

Robotická pracoviště nejčastěji využívají nekolaborativních průmyslových robotů, u nichž je nutné minimalizovat možná rizika úrazu dle normy ČSN EN ISO 10218-2. Kolaborativní roboty jsou certifikované jako bezpečná zařízení a umožňují společnou práci s lidmi. Jsou však pomalejší než běžné průmyslové roboty a mají menší nosnost. Nasazení takových robotů je možné, avšak podléhá přísným požadavkům technické specifikace ISO/TS 15066. V některých případech jsou však tyto nevýhody zanedbatelné a použití kolaborativních robotů je nutné. K ohrazení pracovního prostoru průmyslových robotů se nejčastěji používají různá oplocení, dveře se zámky, panely s plexisklem apod. Tyto prvky musí být dostatečně pevné, aby je robot při svých pohybech nemohl probourat. Zároveň musí mít ohraničující prvky vhodné rozměry tak, aby je nebylo možné přelézt, podlézt, obejít, či se jinak dostat do nebezpečného pracovního prostoru. Z tohoto důvodu se běžně používají dveře s různými typy bezpečnostních zámků umožňující přístup jen povolaným osobám.

Dalšími bezpečnostními prvky jsou např.

- Tlačítka
- Koncové spínače
- Skenery
- Optické brány
- Mechanické zábrany
- Kamery

1.4.4 Polohovadla a podstavce

Podstatným parametrem každého robotu je jeho pracovní dosah a rozsah. Za účelem zvýšení jeho účinného prostoru, v němž může pracovat, je v některých případech nutné jej doplnit o další mechanismy vhodně natáčející OM. Takovýmto mechanismům se říká polohovadla. Příklad polohovadla je zobrazen na Obr. 8.

Polohovadel je na trhu spousta typů, většinou umožňující rotaci OM kolem vertikální nebo horizontální osy. Těchto mechanismů se nejčastěji využívá při svařování, kde dochází k problému dosáhnout pouze robotem k místu svařování. U tohoto procesu nejčastěji dochází ke spolupráci robotu s člověkem, kde pracovník na polohovacím stole založí příslušné díly ke svaření a robot je následně svaří.

Ke zvýšení využitelnosti pracovního prostoru robotu často stačí pasivních prvků jako například podstavců, popř. využití jiných montážních poloh robotu než na zem, a stacionárních upínacích stolů.



Obr. 8 – Polohovadlo [9]

2 Výběr vhodných prvků

Rozmanitost všech na trhu dostupných prvků RTP, popsanych v předešlé kapitole, je v dnešní době obrovská. Aby navrhovaná knihovna těchto prvků nebyla příliš obsáhlá a bylo možné se v ní jednoduše orientovat, je nutné pro koncepční návrh jednotlivé sobě podobné výrobní řady produktů od různých dodavatelů vždy seskupit do jednotlivých modelů reprezentující větší množství výrobků.

Požadavky na knihovnu:

- Vytvořit knihovnu nejméně 30 prvků
- Vytvářet nativní modely v prostředí Creo Parametric
- Knihovnu propojit se školním serverem Intralink
- Popsat postup práce s vytvořenými prvky v prostředí Intralink
- Pro vhodné prvky vytvořit nabídku rozměrů dle vyráběných řad, implementovat jako skupinu dílů typu Family Table
- Prvky, které se nevyrábí v malém počtu rozměrových řad vhodně parametrizovat s cílem co nejrychlejšího vytvoření ilustračního modelu, užitím modulu Relations
- Snížit velikost jednotlivých souborů, při zachování hlavních rozměrů a vizualizace hlavní funkce objektu.
- Zvolit vhodné barevné rozlišení jednotlivých prvků, s cílem přiblížit se reálným dostupným prvkům

Na základě rešerše, robotických buněk na katedře robotiky a konzultací s vedoucím mé diplomové práce byly vybrány k vytvoření následující modely.

- Efektory
 1. Uchopovací efektor
 2. Svařovací hořák
 3. Přísavkový efektor
- Dopravníky
 4. Válečkový dopravník – přímý
 5. Válečkový dopravník – gravitační
 6. Válečkový dopravník – zatáčka
 7. Pásový dopravník – přímý
 8. Pásový dopravník – gravitační
 9. Pásový dopravník – zatáčka
- Bezpečnostní prvky
 10. Oplocení – Výplň
 11. Oplocení – Sloupky
 12. Oplocení – Dveře
 13. Tlačítko nouzového vypnutí

-
- 14. Stop / restart tlačítko
 - 15. Spínací tlačítko
 - 16. Signalizační maják
 - 17. Světelné závory
 - 18. Zrcadlo k světelným závorám
 - 19. Laserový skener
 - Logistické prvky
 - 20. Europaleta
 - 21. Paletová ohrádka
 - 22. Paleta stohovatelná
 - 23. Vysokozdvihový vozík
 - Doplnující prvky robotů
 - 24. Polohovadlo – 1. typ
 - 25. Polohovadlo – 2. typ
 - 26. Podstavec pod robot
 - Další
 - 27. Zázemí pracoviště – židle, stůl, skříň, monitor
 - 28. Rozvodová skříň
 - 29. Kontejner, barel
 - 30. CNC

Soubor obsahující veškeré modely knihovny se nachází v Příloha A:. Knihovna je zároveň importovaná na školní server Intralink. Vizualizace jednotlivých modelů je zobrazena v Příloha B:

3 Intralink

Intralink je tzv. PDM (Product Data Management) systém, který je součástí většího systému Windchill, což je komplexnější PLM (Product Lifecycle Management) systém umožňující správu životního cyklu výrobku. Tento software je spouštěn na serveru sloužící zároveň jako uložisko dat. Intralink k těmto datům spravuje přístup a umožňuje s nimi pracovat pomocí specifických operací.

Intralink je systém umožňující přidělit osoby či skupiny osob s různými oprávněními k jednotlivým produktům podle toho, jakým způsobem se mají na tvorbě dat podílet.

Jednotlivé systémové funkce v kombinaci s vhodně nastavenými právy umožňují velké skupině lidí, pracujících v různý čas na různých místech, se podílet na tvorbě produktu, aniž by si v práci navzájem škodili.

Tento software plně podporuje CAD systém Creo Parametric, umí však spravovat data i z jiných CAD aplikací. Intralink je možné spouštět a ovládat v běžném internetovém prohlížeči nebo přímo z používaného CAD softwaru.

3.1 Přihlášení

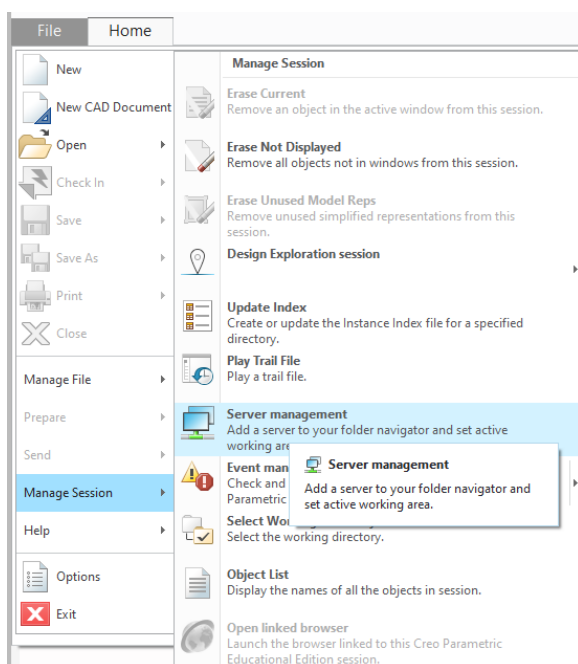
K přihlášení je možné použít jak webový prohlížeč, tak CAD softwaru. V obou případech je však nutné být přihlášený na školní síť VŠB, což je možné ze všech školních počítačů, připojených přes kabel či bezdrátově v síti Eduroam, anebo z domu přes VPN.

3.1.1 Přihlášení z Creo Parametric

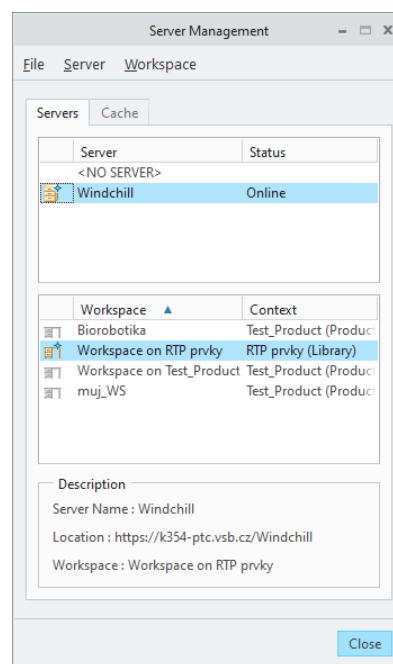
Pro přihlášení z CAD systému Creo je nutné nejdříve zaregistrovat nový server. Postup je zobrazen na Obr. 9 - Obr. 13. K registraci slouží nástroj *Server Management*, nacházející se v záložce *File > Manage Session > Server Management*. Okno nástroje obsahuje seznam uložených serverů a workspace, popsané v kapitole 3.4. V záložce *Server* v horní části okna *Server Management* je možnost přidat nový server.

Pro přidání nového serveru je zapotřebí zvolit si libovolné jméno (Name). Pro uživatele využívající šablony uložené na serverovém uložišti Intralink je doporučeno používat jednotné jméno Windchill, jelikož se na něj odkazuje konfigurační soubor *config.pro*.

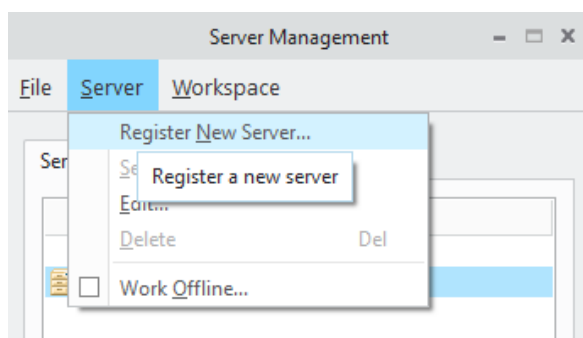
Adresa školního serveru je: <https://k354-ptc.vsb.cz/Winchill>



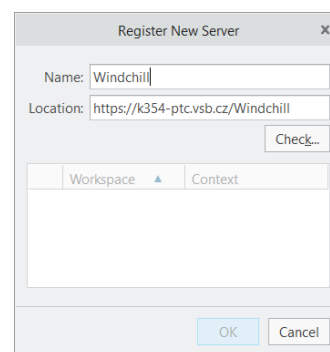
Obr. 9 – Postup přihlašování (1)



Obr. 10 – Postup přihlašování (2)

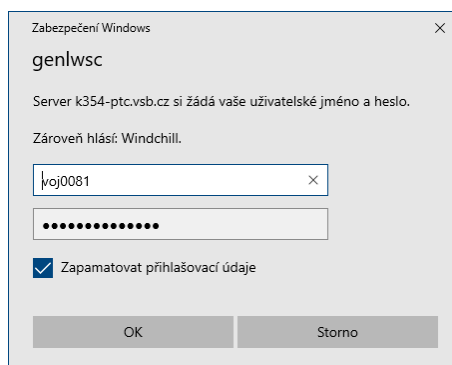


Obr. 11 – Postup přihlašování (3)



Obr. 12 – Postup přihlašování (4)

Po registrování nového serveru je nutné se do něj přihlásit. Přihlašovací údaje jsou stejné jako pro přihlašování do jiných školních systému jako například Edison, či VPN.



Obr. 13 – Postup přihlašování (5)

Po přihlášení k serveru se Creo bude při opětovném spuštění aplikace připojovat automaticky znovu. Bude tedy vyžadovat přihlašovací údaje uživatele. Pro odhlášení ze serveru Intralinku je nutné v rámci záložky Server Managmentu zvolit možnost <NO SERVER>.

3.1.2 Přihlášení z internetového prohlížeče

Pro přihlášení z internetového prohlížeče stačí do vyhledávacího okna zadat adresu serveru: <https://k354-ptc.vsb.cz/Windchill>. Server bude stejně, jako při přihlašování z CAD systému, vyžadovat přihlašovací údaje – tedy školní přihlašovací jméno a heslo. Opět zde však platí, že je nejprve nutné být připojen na školní síť.

Funkce nacházející se na Intralinku na internetovém prohlížeči jsou obdobné s funkcemi v CAD systémech. Je tedy možné modely přesouvat, ukládat a jinak spravovat bez nutnosti otevírání CAD systému. Webový prohlížeč obsahuje navíc především administrátorské nástroje pro správu serverů a produktů.

3.2 Konfigurační nastavení

V Tab. 1 jsou zmíněna některá užitečná konfigurační nastavení. Jednotlivé možnosti lze nastavit v Creu v záložce *File>Options>Configuration Editor*, popř. zapsat přímo do souboru *config.pro*.

Tab. 1 – Konfigurační nastavení

Jméno	Hodnota	Popis
generate_viewable_on_save	yes	Generuje či aktualizuje náhledový obrázek při uložení.
dm_remember_server	no	Zabrání automatickému přihlašování k serveru.
replace_unrelated_automatic	yes	Automaticky vytváří vazby a reference při výměně nesouvisejících dílů.
remember_replaced_components	no	S tímto nastavením se neukládají vazby na vyměněné komponenty.


3.3 Základní pojmy





Aby bylo možné popsat práci s Intralinkem, je nutné nejprve vysvětlit základní pojmy, s nimiž pracuje.

3.3.1 Produkty / knihovny

Produkty a knihovny se vytváří v rámci commonspace, což je prostor ukládání dat, k němuž mají přístup oprávnění uživatelé. Tento přístup je udělován správcem produktu či knihovny nebo administrátorem serveru. Každý přidělený uživatel může mít nastavená jiná oprávnění, jak s daty pracovat. Tato oprávnění se mohou lišit pro stejného uživatele v rámci několika různých produktů či knihoven.

*Produkt*em je myšlen soubor dat, kde jsou umístěné veškeré CAD soubory a k nim příslušné další dokumenty (tzv. *attachments* – viz Obr. 14) jako např. PDF, Word, Excel, obrázky, aj.

 Attachments

	File Name ↑	Actions	Status	Download Automatic...	Category	File Size	Last Modified
	Příloha1.docx		Current	No	General	0.00 KB	2020-03-27 11:31 CET
	Příloha2.xlsx		Current	No	General	6.38 KB	2020-03-27 11:31 CET
	Příloha3.mod		Current	No	General	0.00 KB	2020-03-27 11:31 CET
	Příloha4.jpg		Current	No	General	430.50 KB	2020-03-27 11:31 CET

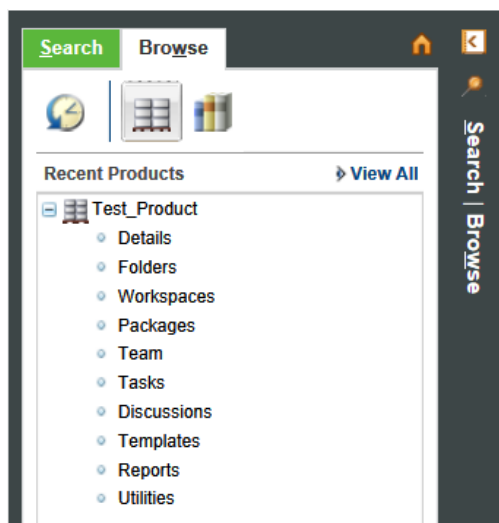
Obr. 14 – Přílohy

Přidávání příloh je v pojetí Intralinku bráno jako modifikace datového souboru stejně jako změna modelu. Z toho důvodu je pro přidávání, odebrání či úpravu příloh nutné nejprve v commonspace provést tzv. checkout prvku (jednotlivé operace jsou popsány v kapitole 3.4).

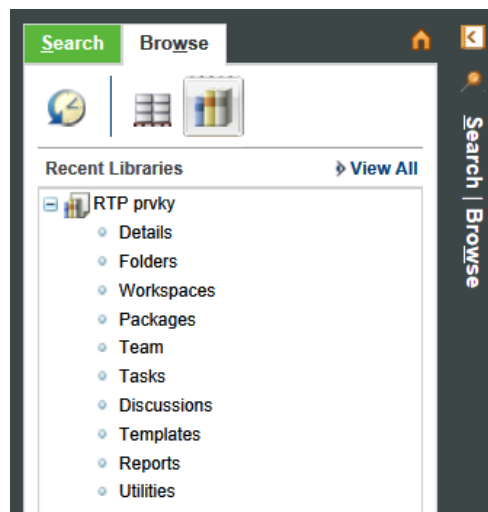
Obdobnou funkci plní soubor dat zvaný *knihovna*, což je soubor objektů, na něž se mohou jednotlivé produkty odkazovat. Při práci na produktu tedy není možné obsah knihovny měnit, pouze z ní objekty kopírovat či vytvářet jejich instance. Knihovnu mohou tvořit například modely normalizovaných dílů nebo prvky nemající charakter 3D modelů – symboly, šablony výkresů, formáty atp.

Produkty a knihovny tvoří, hlavní kontext v prostředí Intralinku. Spravovat je a procházet mezi nimi je možné v navigátoru nacházejícím se na levé straně Intralinku, v záložce *browse*. Navigátor je více popsán v kapitole 3.7

Jak je vidět na Obr. 15 a Obr. 16, tak produkty i knihovny mají shodné záložky, a tedy možnosti nastavení a správy dat.



Obr. 15 – Záložky produktu



Obr. 16 – Záložky knihovny

- Details – Zobrazuje informace o produktu/knihovně.
- Folders – Zobrazí veškeré složky a data uložená mimo složky.
- Workplaces – Intralink umožňuje každému uživateli mít více workspace i pro jeden produkt. Záložka workplace v navigátoru zobrazí všechny workspace daného uživatele, které se vztahují k dané knihovně / produktu. Jedná se o obdobu Working Directory v offline verzi Creo.
- Packages – Dodatečné balíčky.
- Team – Přiřazení uživatelů k rolím s předem nastavenými právy, popř jejich úpravy. Viz podkapitola 3.9.
- Tasks – Zde se zobrazují jednotlivé úkoly přidělené k produktu.
- Discussions – Záložka, ve které je možné vytvářet diskusní vlákna.
- Templates – Šablony přiřazené dané knihovně / produktu.
- Reports – Reporty.
- Utilites – Doplnky či užitečná nastavení (většinou pro administrátory).

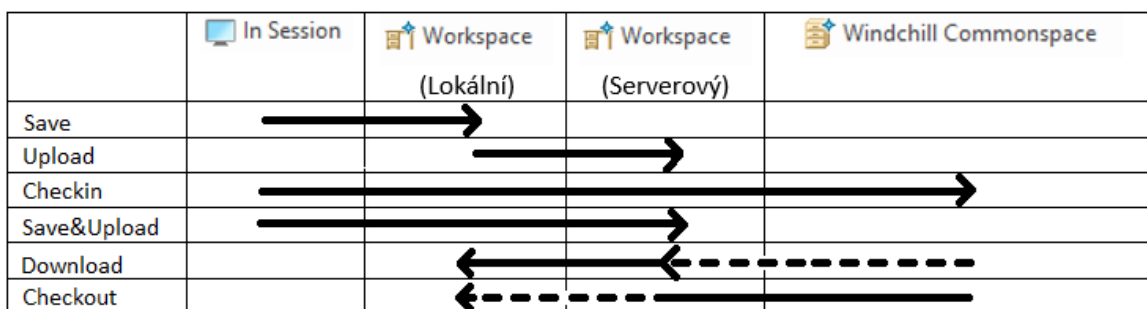
Intralink, jakožto software na správu dat, má místo tzv. *commonsplace*, kde se obrovská množství souborů pod jednotlivé produkty a knihovny ukládají. Mezi zmíněné soubory patří veškeré modely částí a sestav, výkresová dokumentace, další data a vazby na prvky. Se soubory uloženými pouze v commonspace nelze aktivně pracovat. Z tohoto prostoru je nutné si prvek stáhnout do svého vlastního adresáře zvaného *workspace*. Jedná se o oblast, do níž si každý uživatel může stahovat, vytvářet a ukládat svá data. Takových workspace může mít pro přehlednost vytvořených každý více a lze je srovnat s Working Directory,

což je pojem známý z offline používání Crea Parametric. Workspace je rozdělen na lokální část (v počítači) a jeho síťový obraz (na serverovém uložišti Intralinku).

Po skončení práce je nutné provést jisté akce, aby se provedená práce uložila, buď ve workspace na síť, nebo aby se opět přesunula do commonspace. Tyto operace jsou detailně popsány v následující podkapitole.

3.4 Práce s workspace a commonspace

K pochopení důležitosti níže popsaných operací je nejprve nutné porozumět jakým způsobem funguje serverové uložště v Intralinku. Jak již bylo zmíněno výše, tak hlavními místy k uchovávání dat jsou workspace a commonspace, to platí pro data uložená na síti. Dále však pracuje se soubory uloženými dočasně (in session) a soubory na lokálním disku. Na Obr. 17 jsou znázorněny jednotlivé operace pro přesun dat mezi uložišti dále popsány v této kapitole.



Obr. 17 – Operace s uložišti

Rozpracovaná data zůstávají v interní paměti Crea a jsou tzv. in session. Ty nemají uložená žádné návazné vazby a může docházet ke kolizi jmen při otevření nových dílů či sestav a tím pádem ztrátě těchto vazeb.

Standardně jsou data uložena v lokálním adresáři (myšleno bez použití Intralinku) relativně v bezpečí v tom smyslu, že při vypnutí Crea nedojde k jejich ztrátě. Je zde však spousta nedostatků ztěžující práci. Mezi některé patří fakt, že Creo si ve své interní paměti nepamatuje vazby na jiné složky, mimo aktuálně používaný pracovní adresář. Nepamatuje si také jednotlivá jména uložená v počítači, což umožňuje uživateli vytvořit soubor s již existujícím názvem. Problém může nastat při otevírání sestavy obsahující prvek s názvem vytvořený uživatelem během nedávné práce. Následkem je záměna stejně pojmenovaných dílů, kde při jejich velkých rozdílech dochází ke ztrátě vazeb a často k zhroucení celé sestavy.

Lokální workspace v rámci Intralinku řadu výše zmíněných nedostatků odstraňuje. Každý uložený prvek do této databáze má svůj *File name*, *Common name* a *Number*. Intralink neumožňuje ukládat nové prvky s již užitým *File name*, a nemůže tak dojít k záměně prvků. Naopak *Common name* se může opakovat. Intralink rovněž ukládá umístění jednotlivých souborů napříč uloženými adresáři, a je tak možné konečnou sestavu složit z dílů umístěných v různých složkách. Neodstranitelnou nevýhodu však představuje fakt, že se stále jedná pouze o lokální adresář. S tím se pojí hrozba výpadku PC, či jiné hardwarové poruchy a mnohdy nevratné ztráty dat.

Lokální workspace lze nicméně, ať už během práce nebo po ukončení činnosti, nahrát na server, tzn. vytvořit jeho serverovou zálohu. Ta není veřejná, dokud uživatel data neuloží do commonspace. (Administrátoři a uživatelé se speciálním oprávněním mohou zasahovat do soukromých adresářů).

Commonspace je nejvyšší úrovní z výše popsaných. Na tomto místě se ukládají veškeré informace o všech produktech a knihovnách, kde ke každé mohou mít přístup a odlišná práva různí lidé. Tím se docílí vhodné distribuce informací mezi určené uživatele, kde například management firmy může dle požadavků vidět a spravovat některá data, avšak nemůže zasahovat do CAD modelů. Přidělováním uživatelů k produktům a knihovnám a správou jejich práv je možné docílit vysoké různorodosti nastavení, možností a sdílení informací. Lze také implementovat procesy workflow (dále popsán v podkapitole 3.5) umožňující lépe automatizovat rozhodovací proces.

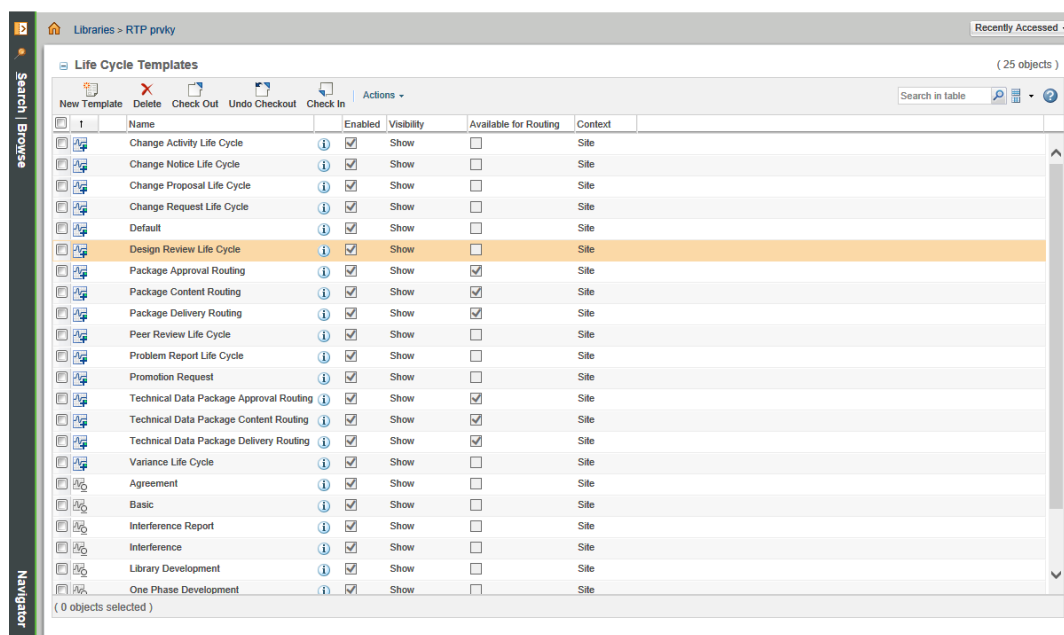
Nejvíce používané operace pro přesun a uvolnění dat mezi jednotlivými uložišti jsou *Checkin* a *Checkout*. Pomocí operace *checkout* se stáhnou soubory z commonspace a zároveň zabrání dalším lidem, aby na těchto datech prováděli jakékoliv změny. Ta jsou stále uložena v commonspace, ale jsou pro ostatní uživatele uzamčená a přístupná pouze pro čtení. Podobnou funkci má operace *Download*, která stáhne kopii dat do workspace, avšak původní verzi neuzamkne.

Pomocí operace *checkin* se naopak data znovu uloží do commonspace a uvolní k tomu, aby na nich mohl pracovat kdokoliv jiný.

3.5 Životní cykly

Životní cyklus je pojem charakterizující stav výrobku. Takovýchto charakterizujících stavů lze z různých pohledů na produkt sestavit několik. Intralink má jako výchozí životní cykly v rámci základní šablony *Basic* nastavené: *In Work*, *Released* a *Cancelled*. Jejich soubory jsou v Intralinku nazvány *Life Cycle Templates*. Lze je spravovat a vytvářet

v rámci produktů či knihoven v navigátoru v záložce *Utilities* pod názvem *Life Cycle Template Administration* vyobrazen na Obr. 18. Ty existují ve dvou typech – základní a pokročilé. Pokročilé šablony umožňují detailněji nastavit pro každou životní fázi různá nastavení a workflow, jak je možné vidět na Obr. 20. Na Obr. 19 je zobrazeno, že základní šablona neumožňuje využít speciálních nastavení, jelikož jednotlivé záložky jsou šedé a tedy zamčené. Rozdíly mezi jednotlivými šablonami jsou vypsány v Tab. 2.



Obr. 18 – Šablony životních cyklů

Tab. 2 – Vlastnosti životních cyklů – přeloženo z [13]

Vlastnosti životních cyklů	Základní	Pokročilé
Nastavení vlastností životních cyklů včetně: <ul style="list-style-type: none"> Názvu Přístupnosti šablony Typu objektů, na který se životní cyklus vztahuje 	✓	✓
Kritéria pro přechod mezi životními cykly	✓	✓
Možnost přiřadit role k jednotlivým životním cyklům*	✗	✓
Možnost blíže definovat oprávnění jednotlivých rolí v závislosti na životním cyklu	✗	✓
Možnost definovat tzv. workflow pro jednotlivé životní cykly	✗	✓

* Je žádoucí, aby uživatelé přiřazení k produktu mohli provádět změny dle svých pravomocí pouze v konkrétních životních cyklech produktu.

View Life Cycle: Basic

☐ Available for Routing ☒ Enabled

Click here to display Life Cycle properties

In Work **Released** **Canceled**

Properties - Phase
 *State: In Work Version Series:

Transitions Roles Access Control Workflow

	In Work	Released	Canceled
Change	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lock	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Obsolescence	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Production Released	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Promote	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Refine	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Review	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Revise	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Set State	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Obr. 19 – Základní šablona

View Life Cycle: Default

☐ Available for Routing ☒ Enabled

Click here to display Life Cycle properties

In Work **Under Review** **Released**

Properties - Phase
 *State: In Work Version Series:

Transitions Roles Access Control Workflow

Phase Process:

Gate Process:

Obr. 20 – Pokročilá šablona

3.5.1 Workflow


Workflow je jednoznačně definovaný pracovní postup pracující na základě nastavených kritérií s daty a uživateli pomocí přidělování úkolů a dalších funkcí. Mezi tyto funkce patří například schvalovací a jiné procesy.

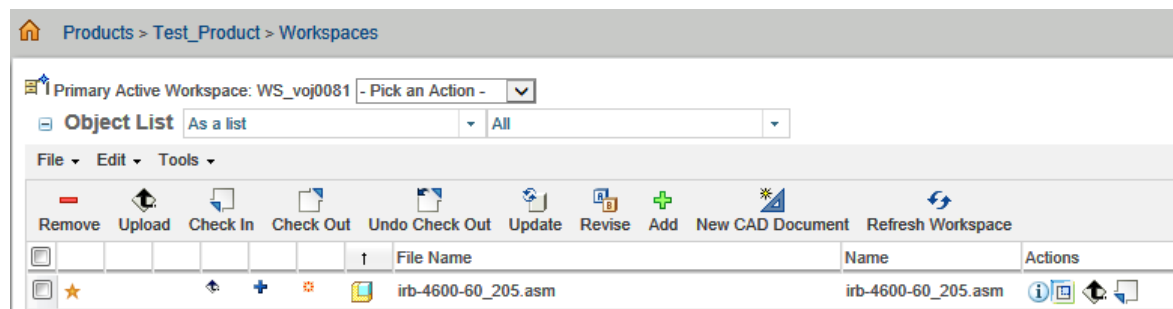
Na začátku kapitoly 3 bylo zmíněno, že Intralink je PDM systém na správu dat. Windchill je systém PLM určený ke správě dat a procesů na základě životních cyklů popsaných výše. Je tedy zřejmé že Intralink umožňuje spravovat workflow jen do velice omezené míry (například pomocí pokročilých šablon životních cyklů). Systém Windchill má těchto možností podstatně více.

3.6 Verze, revize a iterace

Data na serveru Intralink se uchovávají a přidávají s každým uložením, které zároveň vytvoří novou verzi. Ta pomocí písmene a čísla označuje, o jakou revizi se jedná a o kolikátou iteraci. (C.12 = označení 12. iterace revize C)

Počáteční písmeno každé verze značí, o kterou revizi se jedná – to slouží například pro nové generace výrobků vycházející z předešlé řady. V takovém případě se z prvku A, který je v životním cyklu *released*, stane prvek B, popř. C, D atd. s počátečním životním cyklem dle použité šablony – v rámci výchozí šablony tedy *In Work*. Číslo za označením revize popisuje, o jakou iteraci se jedná. Jednotlivá uložení do commonspace zvyšují číslo iterace o jedna a vytváří novou verzi produktu.

Pokud chceme zjistit o daném prvku informace, stačí na jeho řádku kliknout na ikonu . Ikona je ve sloupci *Actions* jak je vidět na Obr. 21. Poté se otevře okno se záložkami, kde jsou uvedené hlavní informace.



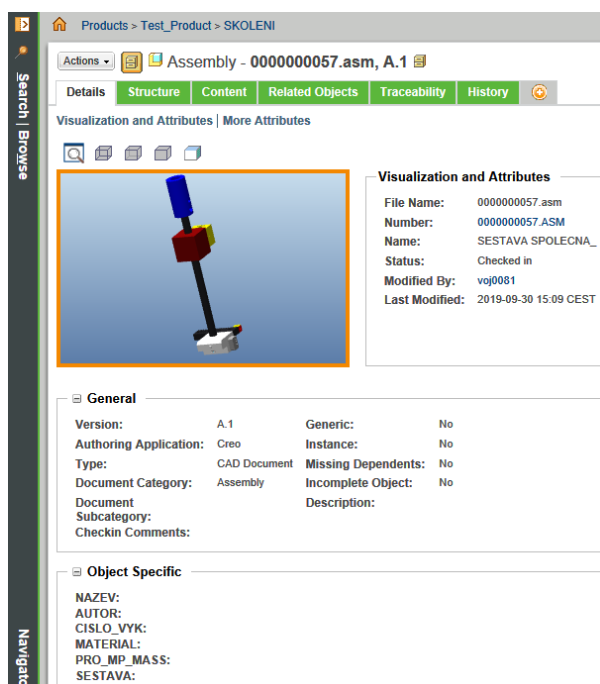
Obr. 21 – Sloupec actions

Intralink si o jednotlivých datech uchovává velké množství informací. Ne všechny jsou automaticky zapnuté jako viditelné. Horní záložky v informačním okně prvku lze doplnit a upravit tak, aby bylo možné informace přehledně najít.

Na první stránce zvané *Details* viditelný na Obr. 22, je možné vidět hlavní atributy jako název souboru, jeho číslo, status, kým a kdy byl naposledy modifikován, o jakou verzi se jedná, o jaký typ datového souboru se jedná a další, které je možné rozšiřovat a upravovat. Další stránka popisuje strukturu, pokud se jedná o sestavu. Záložka *Related Objects* umožňuje zobrazit prvek obsahující pozorovaný model, reference nebo přílohy.

Záložka *Traceability* ukazuje tzv. *upstream* a *downstream traceability* neboli nadřazené a podřazené sestavy vztažené k prohlíženému prvku.

Záložka *History* zobrazuje výše popsané verze s příslušnými informacemi – kým a kdy byla verze vytvořena, komentáře k jednotlivým verzím, status a další informace, jak je možné vidět na Obr. 23. Intralink na této záložce přichází s podstatným přínosem, jelikož umožňuje obnovit starší verze.



Obr. 22 – Detailní karta prvku

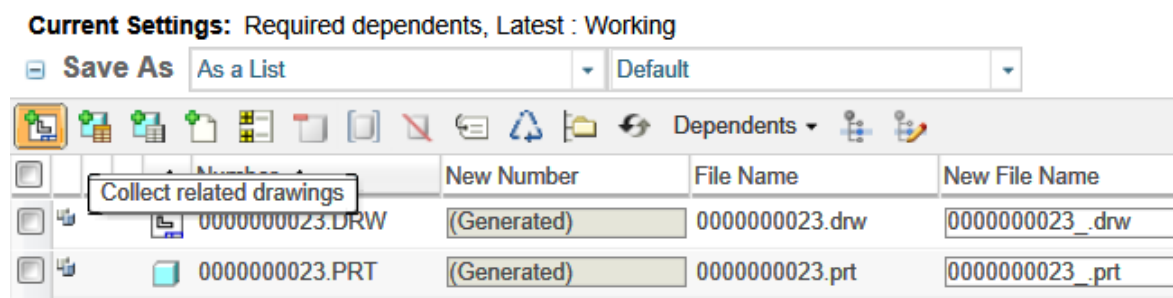
Version	File Name	Size	State	Comments	Modified By	Last Modified
A.3	0000000001.prt	213.63 KB	In Work		vys0016	2019-07-10 13:26 C...
A.2	0000000001.prt	188.22 KB	In Work	Pridan extrude	huc0018	2019-05-10 13:40 C...
A.1	0000000001.prt	172.89 KB	In Work		Daniel	2019-01-30 14:39 CET

Obr. 23 – Historie verzí

3.6.1 Sesbírání dokumentů

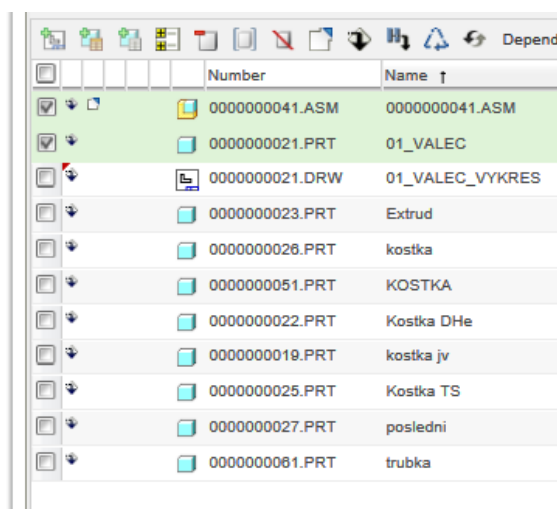
Vytváření jednotlivých verzí může být zrádné, pokud uživatel mění pouze jeden datový soubor navazující na jiné – např: Pokud si uživatel z commonspace stáhne pouze model, na nějž navazuje výkres, sestava či jiné soubory, tak může docházet ke konfliktu jednotlivých verzí opět uložených do commonspace.

Aby se takovýmto konfliktům zamezilo, funguje v rámci prostředí v Intralinku funkce na „sesbírání“ navazujících souborů na Obr. 24. Po zvolení první akce – *download*, *move*, *save as* atd. – se funkce sesbírání zobrazí na novém okně, kde je možné první akci doplnit o další, např. nová jména, umístění apod. Funkcí sesbírání je několik a liší se pro jednotlivé datové soubory – výkresy, family table ...

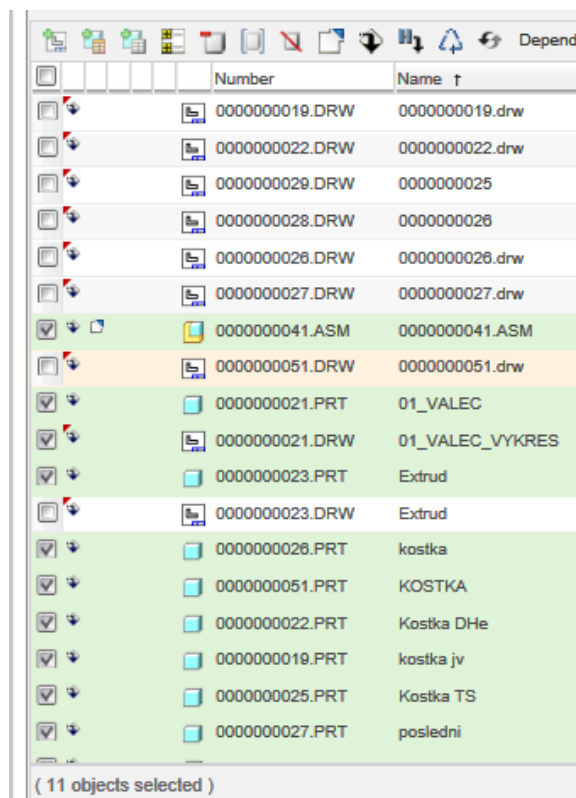


Obr. 24 – Ikony sesbírání

Je nutné si dávat pozor, které soubory před funkcí sesbírání zatrhnete. Sesbírání se následně vztáhne pouze na vybrané soubory – porovnat rozdíly je možné na Obr. 25 a Obr. 26.



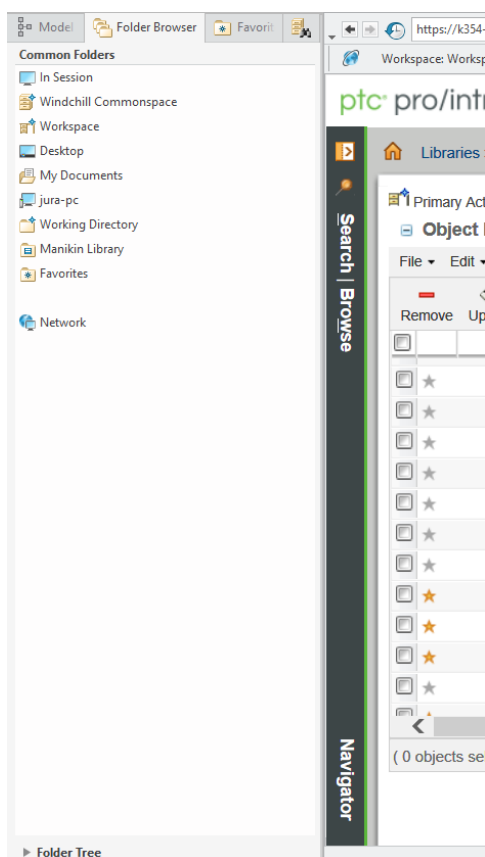
Obr. 25 – Ukázka sesbírání (1)



Obr. 26 – Ukázka sesbírání (2)

3.7 Navigátor

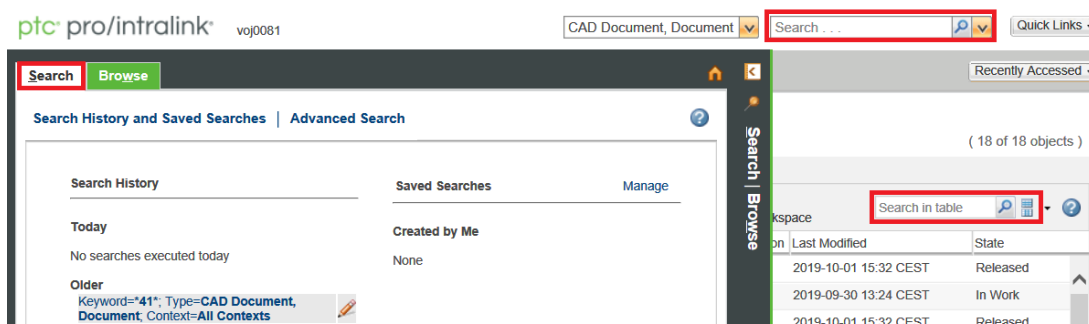
Boční panel, jenž se zobrazí po rozkliknutí workspace nebo commonspace, zvaný navigátor umožňuje vyhledávat (*search*) a spravovat produkty a knihovny (*browse*). Navigátor se nachází na levé straně okna Intralinku, viz Obr. 27.



Obr. 27 – Umístění navigátoru

3.7.1 Vyhledávání

K vyhledávání jsou v Intralinku tři různé vyhledávací oblasti viditelné na Obr. 28.



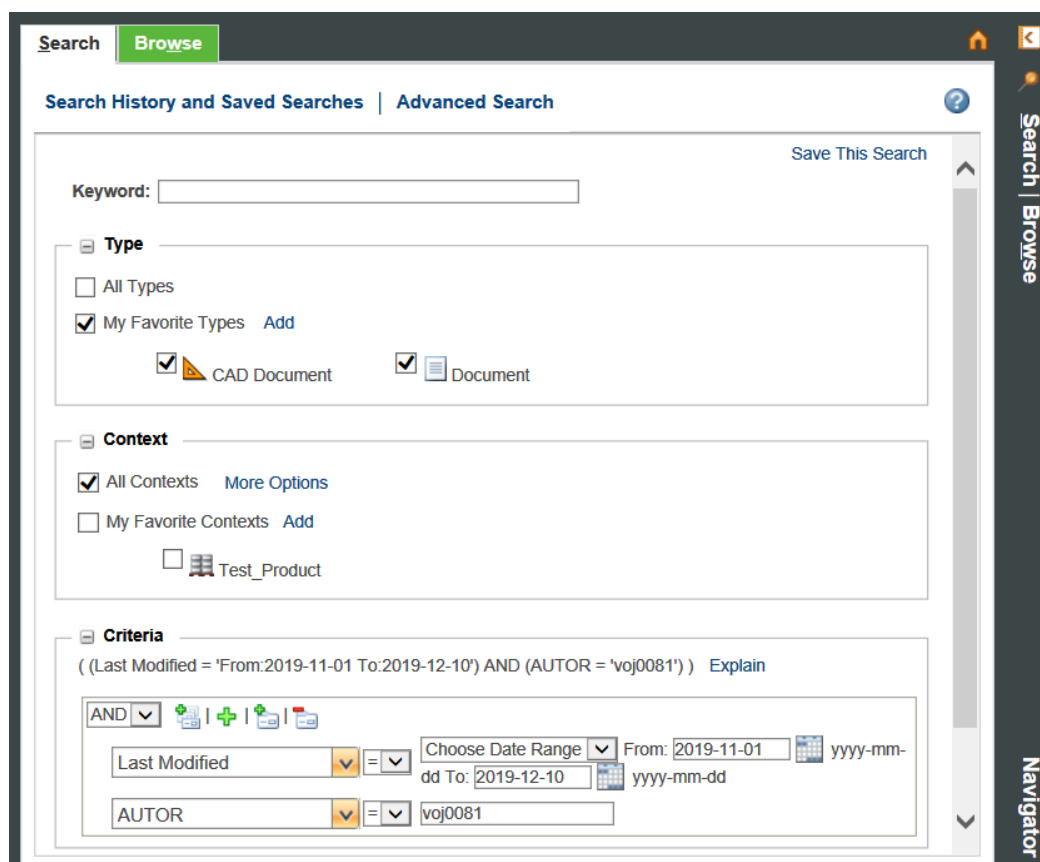
Obr. 28 – Typy vyhledávání

1. Vyhledávací okno v pravé horní části slouží k vyhledávání napříč Intralinkem. Jde o vyhledávání tzv. globální. S jeho pomocí je možné hledat objekty nacházející se i mimo právě otevřený workspace.

(Creo vyhledává soubory s totožným názvem tzn. při zadání slova „majak“ v mém workspace ani commonspace nic nenajde, jelikož mám hledaný prvek pojmenovaný

jako „*signalizacni_majak*“. Pomůckou může být zástupný znak „*“ znamenající, že na tomto místě se nachází další znaky. Vyhledávání výrazu „**majak*“ nalezne právě zmíněný *signalizacni_majak*.)

2. Pravé spodní okno umožňuje prohledávat právě otevřenou složku či workspace.
3. Vyhledávání v okně navigátoru slouží pro pokročilé vyhledávání, kde lze pohodlně pomocí různých kritérií a podmínek vyhledávat data, jak je ilustrováno na Obr. 29 (Nastavená kritéria lze uložit a opakovaně používat k vyhledávání – *save this search*).

































Obr. 29 – Rozšířené vyhledávání

3.8 Ikony a jejich vysvětlení

Následující tabulka popisuje některé často užívané ikony.

Tab. 3 – Ikony

Ikona	Název	Popis
	CAD part	Informační ikona – 3D Model součásti
	Assembly	Informační ikona – Model sestavy
	Drawing	Informační ikona – Výkres

	New CAD Document	Založí nový CAD dokument
	Open in Creo	Otevře soubor v Creu
	Open in Creo View	Otevře soubor v Creo View
	Cut	Vyjmout
	Copy	Vložit
	Checkin	Zveřejní změněný soubor v commonspace
	Checkout	Uzamkne soubor v commonspace, a umožní uživateli provádět změny
	Undo Checkout	Vrátí zpět změny do stavu nejnovější uložené verze v commonspace
	Checked out to you	Informační ikona – objekt je checkoutovaný mnou
	Checked out by xxx	Informační ikona – objekt je checkoutovaný jiným uživatelem
	Modifications uploaded	Informační ikona – Objekt byl modifikován a nahrán do uložistiště
	Modifications Need to be Uploaded	Informační ikona – Objekt byl modifikován a je nutné jej nahrát do uložistiště
	Modified and not eligible for upload	Informační ikona – Objekt byl modifikován a není možné jej nahrát do uložistiště
	Out of Date	Informační ikona – Objekt není aktuální (byla do commonspace nahrána nová verze)
	Lock	Uzamkne objekt jen pro čtení
	Unlock	Odemkne objekt zamčený pro čtení
	Rename	Přejmenuje objekt
	Save As	Uloží objekt pod jiným jménem a novou revizí
	Move	Přemístí objekt do/ze složky
	Update	Aktualizuje objekty, které mají v commonspace novější verze
	Refresh Workspace	Aktualizuje data ve workspace
	Revise	Vytvoří novou revizi objektu
	Delete	Smaže objekt
	Add	Přidá objekty do workspace
	Remove	Odstraní objekty z workspace
	View Information	Zobrazí detailní informace o objektu
	Add to Worskapce	Přidá objekt do workspace

3.9 Práva a role

Jednotlivá práva mohou být přidělena k určitým rolím. Spravovat práva může administrátor a správce knihovny, popř. produktu. Seznam rolí je zobrazen na Obr. 30. Více o přidělování práv je popsáno v kapitole 6.1.2.

Team: Library - RTP prvky

Members Local Team Roles and Members

Copy Paste Add Members Remove Expand Collapse Actions Find in tree

Roles/Members	Status	Description
Approver		Approver role
Collaboration Manager		Collaboration Manager role
Guest		This group grants read access to this library without requiring membership. This group is updated automatically based on library membership.
Change Admin I		CAI
Change Admin II		CAII
Change Admin III		CAIII
Change Review Board		CRB
Library Manager		The group that plays the role: "Library Manager".
huc0018		
voj0081		
Members		Members role
Option Manager		Option Manager
Package Creator		Package Creator
Promotion Approvers		Team Members for approving Promotion Requests.
Promotion Reviewers		Team Members for reviewing Promotion Requests.
Received Delivery Manager		Received Delivery Manager
Review Creator		Review Creator
Review Manager		Review Manager
Reviewer		Reviewer role
Variance Approvers		Team members for approving Variances.

Obr. 30 – Role uživatelů

4 Popis vytváření modelů

3D modely jsou digitální matematické třírozměrné reprezentace objektů. Tyto modely nejčastěji slouží k vytvoření výkresové dokumentace, podle nichž se následně vytváří, montují či zapojují reálná zařízení. Modely však mohou být mimo výrobu užitečné pro řadu dalších odvětví:

- Koncepční modely k rozhodnutí vhodné varianty
- Modely sloužící k statickým či dynamickým výpočtům a následné optimalizaci rozměrů či materiálů
- Modely využívané pro simulace mechanismů a jejich rozsahu pohybů
- Modely k vytváření montážních videí
- Modely na jejichž základě dochází k 3D tisku reálných součástí
- A další ...

Využití 3D modelů je velké a k jejich vytváření slouží CAD software (Computer Aided Design). Těch je dnes dostupných hned několik. Mezi CAD nástroje patří také PTC Creo hojně využívané na VŠB na Katedře robotiky. Tento software, podobně jako ostatní, nabízí řadu dalších možností mimo pouhé vytvoření 3D modelu.

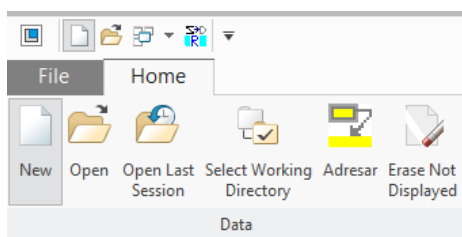
PTC Creo umožňuje plně parametrické vytváření modelů a jejich sestav. Obsahuje moduly na práci s plechy, plastovými díly, mechanismy, rozšířenou realitou, vedením kabelů a potrubí. Lze v něm také provádět strukturální, tepelné, pohybové, únavové a další analýzy a řadu jiných aplikací. PTC Creo pod jedním softwarem obsahuje velkou skupinu kdysi samostatných aplikací a propojuje tak práci osob podílejících se na vytvářeném produktu od samotného koncepčního návrhu, přes jeho vývoj a optimalizaci, výrobu, sestavení, až po provoz a následnou likvidaci produktu. [10]

Jak z textu výše vyplývá, s 3D modely přijde do styku velké množství lidí v různých fázích života výrobku. K řízení toku informací a dat vyvinula firma PTC softwary Windchill a Intralink spravující tento tok dat pomocí práv a omezení jednotlivých uživatelů.

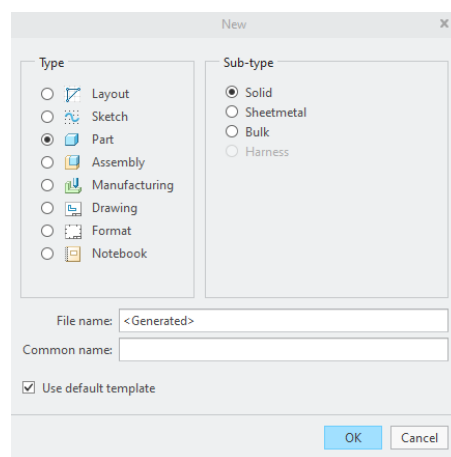
V následujících podkapitolách bude popsán proces vytváření 3D modelů v prostředí Creo Parametric a jeho následné editace za účelem vytvoření parametrického modelu s umožněním automatického přizpůsobení rozměrů na základě změny definovaného parametru.

4.1 Vytváření 3D modelů

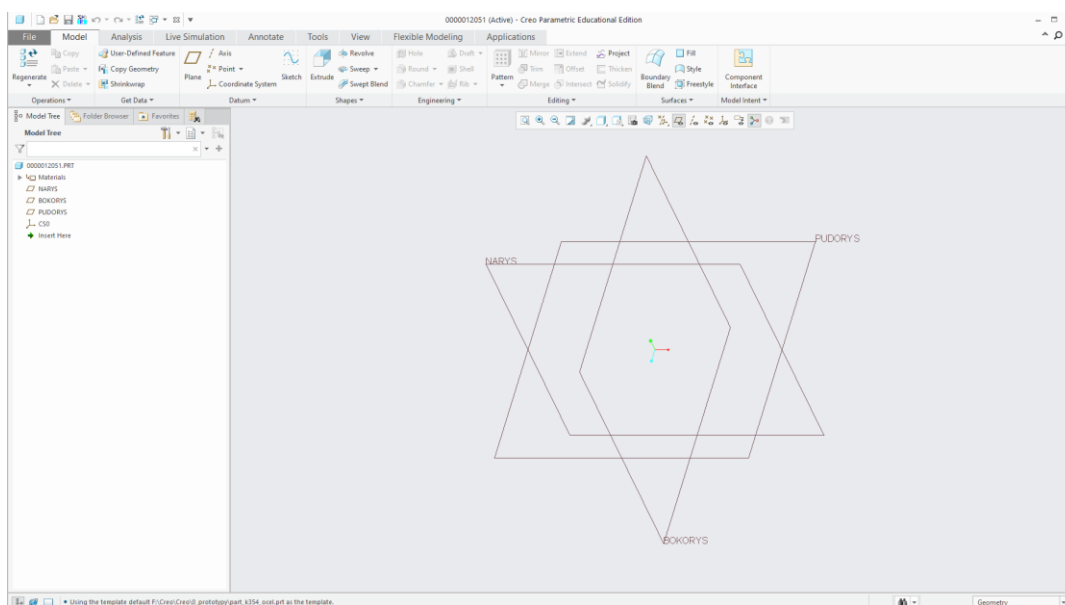
Jakmile se uživatel přihlásí na Intralink server, nový 3D model lze založit po otevření programu Creo Parametric pomocí ikony *New*, v horním panelu Crea - Obr. 31. Po kliknutí na příslušnou ikonu se otevře okno zobrazené na Obr. 32, do něhož se zadává, jaký typ objektu má software vytvořit a k němu i příslušné jméno. Je vhodné ponechat File name typu <Generated>, kdy se vygeneruje jedinečné identifikační číslo v rámci celého serveru. Common name lze zvolit dle uvážení a může se jednat o obecné označení, např. ozubené kolo, hřídel apod. Poté se otevře standardní prostředí modeláře, které při použití školních šablon již bude mít definované hlavní roviny a jednotky (mm), jak je vidět na Obr. 33.



Obr. 31 – Vytvoření nového prvku

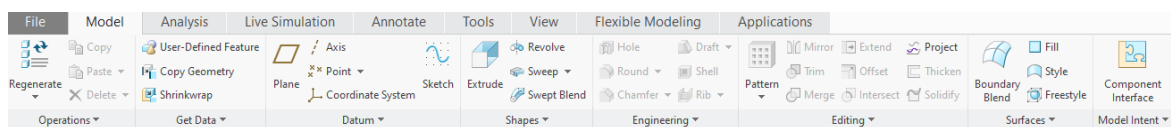


Obr. 32 – Definice typu prvku



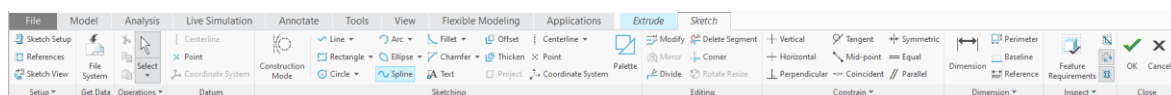
Obr. 33 – Základní zobrazení prázdného prvku

Veškeré operace umožňující vytváření a modifikování 3D modelu se nachází na záložce *Model* viditelné na Obr. 34. Další záložky jsou moduly sloužící převážně pro práci s hotovým modelem.



Obr. 34 – Operace k vytváření 3D modelu

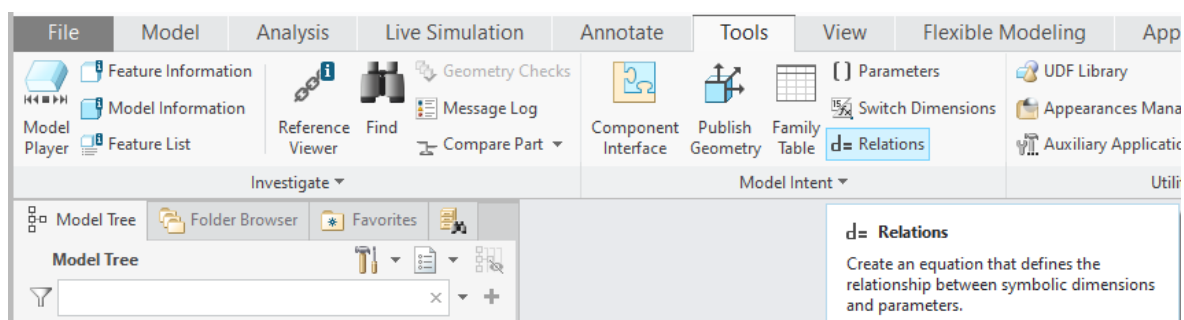
Základním postupem, jak vytvořit 3D model je vybrat některou z operací v podzáložce *Shapes*, následně zvolit předem připravenou rovinu, v níž je nutné vytvořit náčrsek pomocí nově otevřených funkcí, zobrazených na Obr. 35. Na základě zvolené operace a 2D náčresu popř. několika náčrsků se vytvoří 3D objekt. Takto vytvořený objekt lze rozšiřovat o další tvary či jinak modifikovat pomocí operací v jiných podzáložkách.



Obr. 35 – Funkce k vytvoření 2D náčresu

4.2 Relace

Relace slouží k svázání určitých rozměrů či parametrů pomocí matematických rovnic. V prostředí Creo Parametric se relace nachází na kartě *Tools – Model Intent – Relations*, jak je možné vidět na Obr. 36.

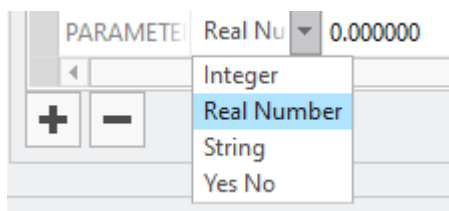


Obr. 36 – Umístění relací

4.2.1 Parametry

Relace v jednotlivých rovnicích využívají matematických funkcí ve spojení s určitými parametry a čísly. Mezi parametry je možné zařadit veškeré rozměry užitě na modelu. Parametry však mohou být vytvořeny přímo, v relacích nebo v záložce *Parameters* nacházející se na stejné záložce jako *Relations*.

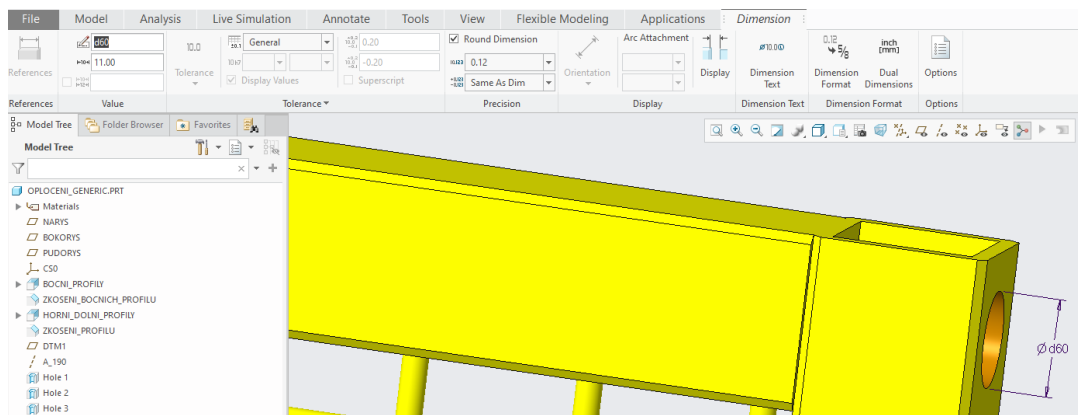
Vytvořené parametry mohou mít podobu čísla (desetinná nebo celá), textu nebo logického argumentu Ano/Ne, což je možno vidět na Obr. 37. Jednotlivé parametry se mohou a nemusí podílet přímo na změnu 3D modelu. Parametry mohou z rozměrů vypočítat libovolnou rovnici, na základě, níž může být využito jiných relací při tvorbě sestavného modelu nebo výkresu.



Obr. 37 – Typy parametrů

Rozměrové parametry lze do relací zapsat ručně, což může být náročné vzhledem k automaticky generovaným názvům označující jednotlivé rozměry, nacházející se na Obr. 38. Jednou z možností zápisu názvu kóty do relací je při otevření okna relací kliknout na část 3D modelu nebo na funkci v modelovém stromě, jež tuto část modelu vytvořila, což na modelu zobrazí jednotlivé kóty. Kliknutí myši na vybranou kótu, automaticky zapíše název kóty do relací.

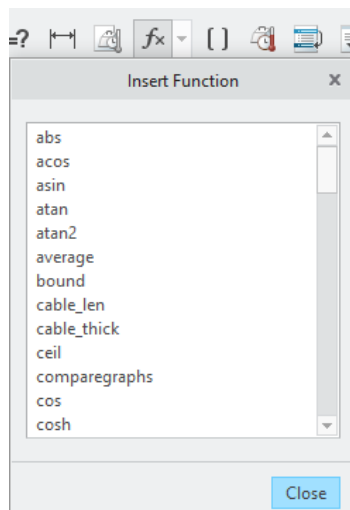
Rozměry vyskytující se v relacích doporučuji přepsat na jiný než generovaný název, jelikož se při zásahu do modelu může stát, že se názvy kót změní a relace jsou následně nefunkční. Zobrazení kót jednotlivých operací v modelovém stromě je možné funkcí *Edit Dimensions* po kliknutí pravým tlačítkem na příslušnou operaci. Následným kliknutím levého tlačítka na zvolenou kótu, což otevře v horní části obrazovky záložku *Dimensions*, kde je možné kótu editovat.



Obr. 38 – Úprava názvu rozměrů

4.2.2 Operace v relacích

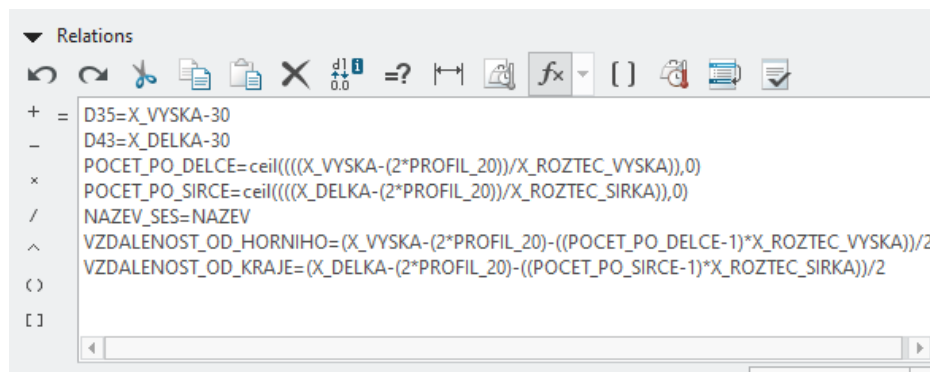
Relace umožňují mimo základní matematické operace (sčítání, odčítání, dělení, násobení a mocnění) řadu dalších funkcí. Veškeré funkce možné k výběru, vyobrazené na Obr. 39, se vkládají pomocí ikony *Insert Function* nacházející se v okně relací. Creo obohatilo běžné matematické operace o řadu vlastních definovaných funkcí umožňující například spočítat délku kabelu, logické operace, operace pracující s textem a jiné. Jednotlivé funkce a jejich použití jsou popsány v manuálu dodavatele tohoto softwaru.



Obr. 39 – Podporované funkce v relacích










4.2.3 Funkce v relacích

Okno relací obsahuje na levé straně základní matematické operace. Na horní straně pak běžné funkce jako vrátit se o krok zpět, či vpřed, vyjmout, kopírovat nebo smazat označenou část relací a funkci vložit text do zvoleného místa. Další funkce jsou popsány v Tab. 4.



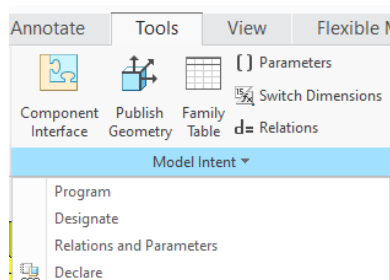
Obr. 40 – Okno relací

Tab. 4 – Popis funkcí modulu relace

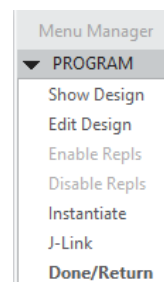
	Přepíná mezi názvem kót a jejich číselnému rozměru (v modelu)
	Otevře okno, do kterého je možné zadat vzorec a zkontrolovat si výsledek
	Zobrazí zvolenou kótu z relací v modelu
	Nastaví, aby se relace měnili v závislosti na změně jednotek modelu
	Zobrazí seznam možných funkcí
	Otevře okno pro vyhledávání parametrů
	Otevře okno pro výběr jednotek
	Seřadí relace. (Creo počítá relace od prvního řádku. Mohlo by se stát, že relace, která využívá výpočtu na jiného řádku by se kvůli nevhodnému pořadí nevypočítala správně)
	Zkontroluje, zda jsou relace v pořádku (zda nedochází k errorům) a pokud použité názvy nejsou definované, vytvoří z nich nové parametry

4.3 Pro/program

Modul pro/program je textový dokument popisující informace o všech operacích použitých při tvorbě 3D modelu. Lze jej najít v záložce *Tools – Model Intent – Program*, jak je možné si prohlédnout na Obr. 41. Následně se otevře okno nabízející náhled či editaci programu - Obr. 42.



Obr. 41 – Umístění modulu Program



Obr. 42 – Menu manager

Dokument je vždy rozdělen dle Tab. 5.

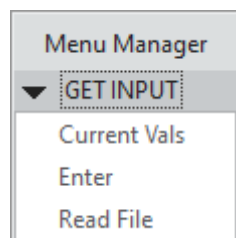
Tab. 5 – Rozdělení modulu pro/program

1. Popis modelu (verze, revizní číslo, název modelu)	<pre> VERSION 5.0 REVNUM 1414 LISTING FOR PART SIGNALIZACNI_MAJAK </pre>
2. Vstupy	<pre> INPUT POCET_STAVU NUMBER "Zadejte počet stavů majáku" END INPUT </pre>
3. Výpis relací	<pre> RELATIONS NAZEV_SES=NAZEV p36=pocet_stavu d70=(p36*d34)+0.01 END RELATIONS </pre>
4. Definice jednotlivých operací tvořící model.	<pre> ADD FEATURE (initial number 1) INTERNAL FEATURE ID 6 DATUM PLANE NO. ELEMENT NAME INFO --- - 1 Feature Name Defined 2 Constraints Defined 2.1 Constraint #1 Defined 2.1.1 Constr Type Z Axis 3 Flip Datum Dir Defined 4 Fit Defined 4.1 Fit Type Default NAME = NARYS FEATURE IS IN LAYER(S) : DATUM_PLANE - OPERATION = SHOWN END ADD ADD FEATURE (initial number 2) INTERNAL FEATURE ID 1 : : : </pre>
5. Materiálové relace	<pre> MASSPROP END MASSPROP </pre>

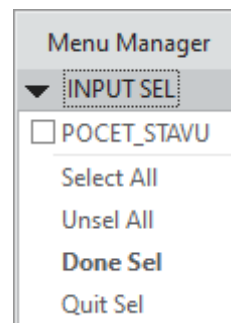
4.3.1 Použití vstupních parametrů

Vstupní parametry jsou trojího typu – číslo, text a booleův parametr. Zápis vstupních parametrů je ve tvaru: *Název, typ parametru, „text zobrazující se při zadávání parametru“*.

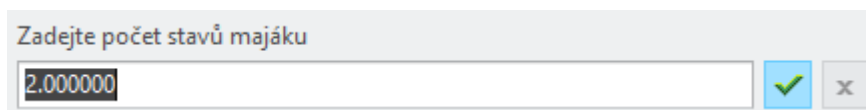
Na hodnotu parametrů se Creo ptá při každé regeneraci či pokusu o uložení modelu v *Menu manager* s možnostmi zobrazenými na Obr. 43. Na výběr je zachování aktuálně načtených hodnot (*Current Vals*), jejich zadání (*Enter*) nebo načtení z jiného souboru (*Read File*). Při zvolení manuálního zadání hodnot se otevře okno vypadající obdobně jako na Obr. 44, v němž se vybírá, jaké z možných vstupů změnit. Volbu je nutné potvrdit tlačítkem *Done Sel*. Následně se zobrazí zadávací podokno se zadaným textem, jako na Obr. 45.



Obr. 43 – Menu manager – vstupy



Obr. 44 – Menu manager – volba vstupů



Obr. 45 – Zadávání vstupů

4.3.2 Logické podmínky v Pro/program

V části obsahující definici jednotlivých operací k vytvoření 3D modelu lze vkládat logické podmínky na základě nichž se může model modifikovat. Nelze v této části tvořit cykly běžné v jiných programovacích jazycích (*while*, *for* apod.).

Pomocí podmínek lze definovat, zda se zvolený prvek na modelu vyskytne tak, jak byl model vytvořen, s jinými rozměry nebo vůbec. Aplikace logických podmínek, k definování operací zobrazených na Obr. 46, je ukázána na Obr. 47. Podmínek v modulu *pro/program* lze použít i v sestavném modelu, kde může na základě změny rozměru být do sestavy vložen různý díl uveden na Obr. 48. V případě, že chceme, aby byla operace potlačena, používá se zápis *add SUPPRESSED protrusion*.

		ADD PART BASE_1
	
		IF DIA > 1.25
		ADD PART PART_A
	
	ADD PROTRUSION.....	END ADD
	IF d1 > d2	ELSE
	ADD HOLE	ADD PART PART_B

ADD PROTRUSION.....	END ADD	END ADD
ADD HOLE.....	ENDIF	ENDIF
ADD CUT.....	ADD CUT.....	
	END ADD	

Obr. 46 – Zápis operací [11]

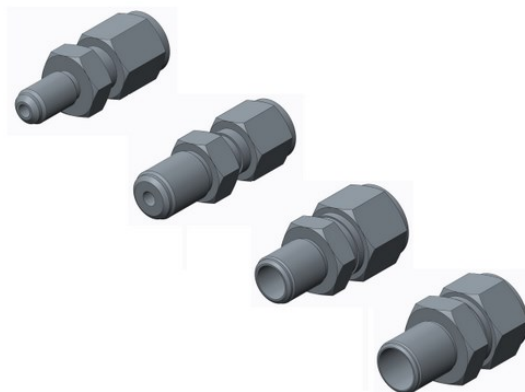
Obr. 47 – Doplnění relací [11]

Obr. 48 – Relace v sestavách [11]

Modul ve formě textového dokumentu se může zdát nepřehledný a při složitějších úpravách je vhodné si do modulu psát poznámky možné zapsat pomocí symbolů: */* komentář*.

4.4 Family table

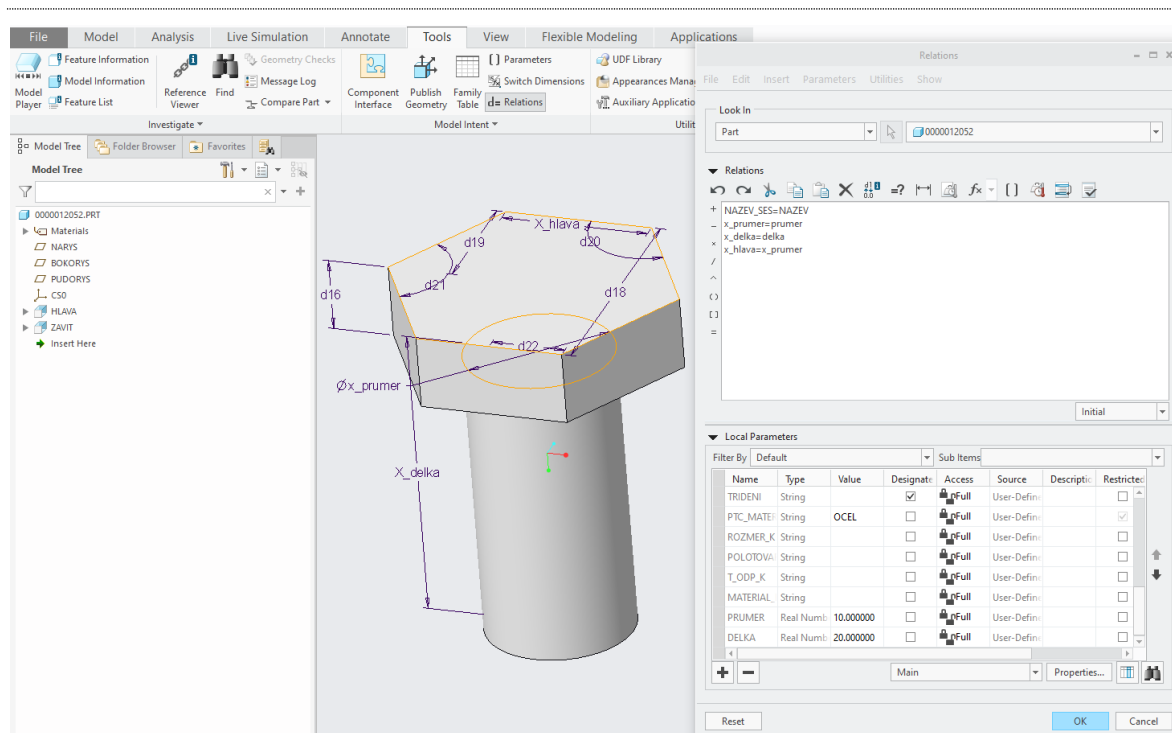
Family table jsou kolekce velice podobných dílů (nebo sestav či operací) částečně se lišících v několika aspektech (typicky některý z rozměrů). Příkladem může být konkrétní typ šroubu jako na Obr. 49 vyráběný v různých délkách a průměrech, přestože jsou si všechny podobné a plní stejnou funkci. [12]



Obr. 49 – Příklad family table [12]

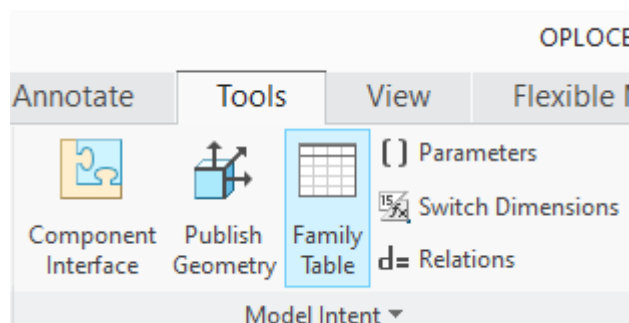
4.4.1 Vytvoření family table

Prvním krokem k vytvoření dílu typu family table je založení a vymodelování základního modelu, od něhož se následující modely odvíjí. Součástí tohoto kroku je vhodné pojmenování operací, parametrů a rozměrů a vytvoření potřebných relací, jako na Obr. 50.



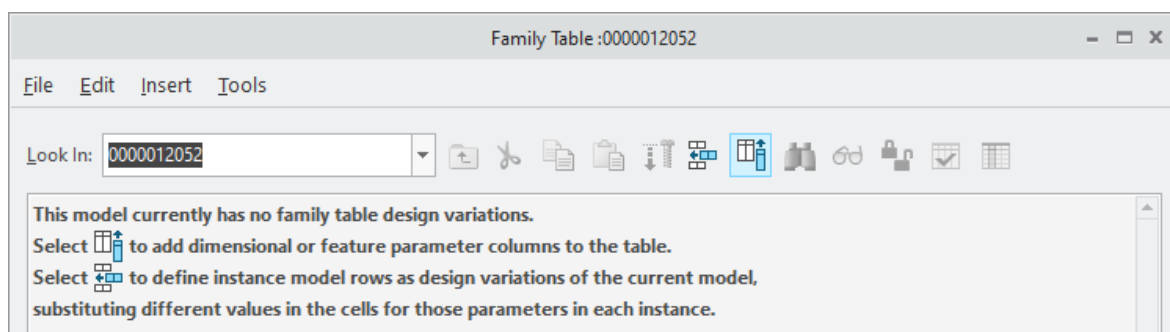
Obr. 50 – Pojmenování operací, rozměrů a parametrů

Následně je nutné otevřít modul k tvorbě Family table, který se nachází v záložce *Tools – Model Intent – Family Table*.



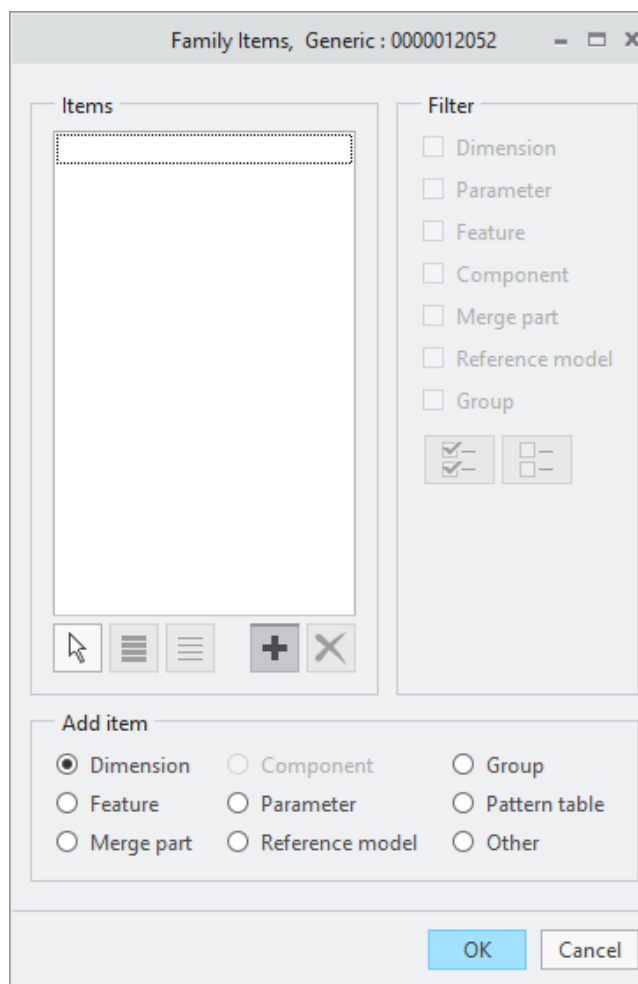
Obr. 51 – Umístění Family Table

Modul bude prázdný, dokud se nespecifikuje seznam měnících se parametrů. V prázdném modulu je zapsán postup, jak vložit parametry a jak vložit další řádky reprezentující nové modely. Postup vytváření instancí family table pro doplnění textu zobrazen na Obr. 51 až Obr. 57.



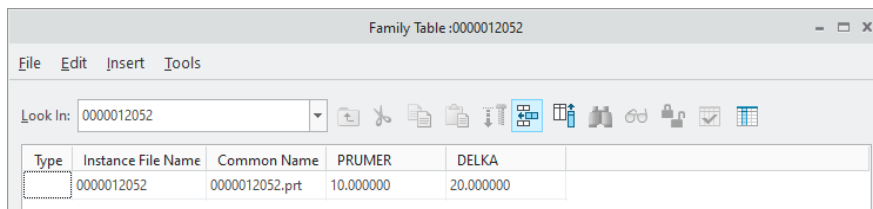
Obr. 52 – Prázdné okno Family Table

Po stisknutí příslušného tlačítka se otevře okno, v němž je nutné vybrat parametry, na jejichž základě se budou generovat nové modely. Na výběr je několik možností, pomocí nichž vhodný parametr vybrat.



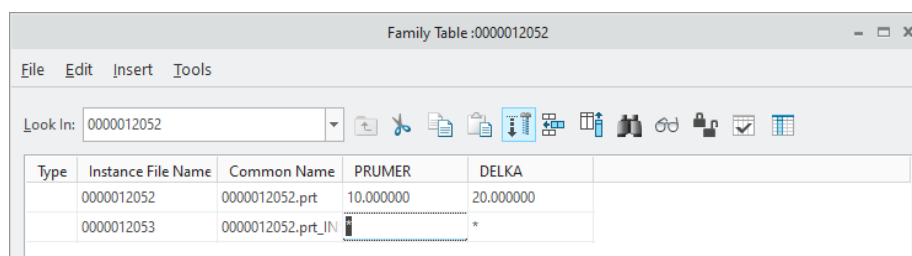
Obr. 53 – Výběr parametrů pro Family Table

Výběrem a potvrzením parametrů se vytvoří první řádek s rozměry definovanými ve vytvořeném modelu. Tento řádek reprezentuje základní díl tzv. *Parent* nebo *generic model*, od něhož se zbylé díly odvíjejí. Pomocí ikony nového řádku vytvoříme první díl.



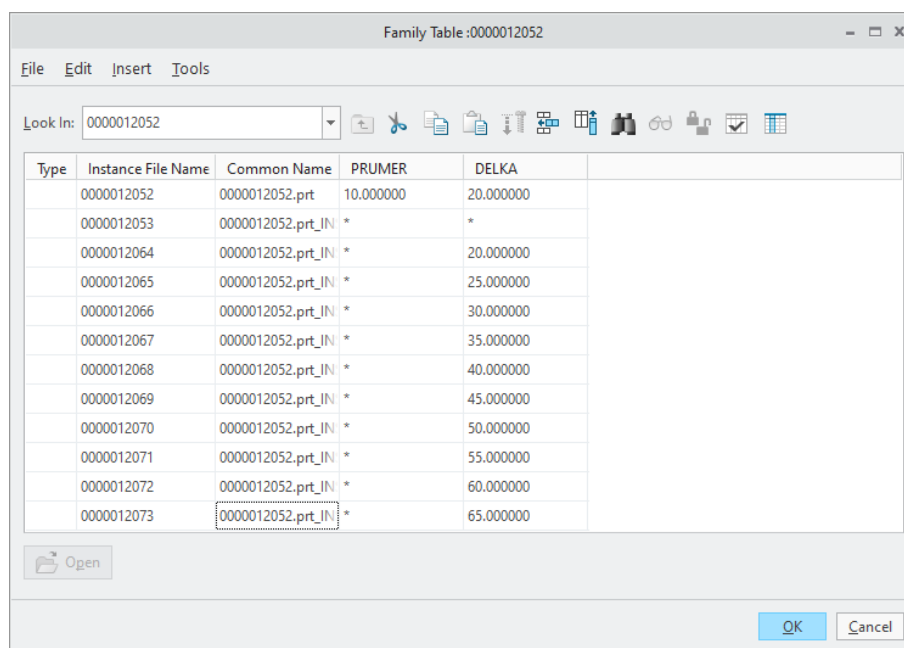
Obr. 54 – Parent

S vložením nového řádku se v modulu zpřístupní několik dalších možností, mezi nimiž je i nástroj k urychlení vytváření dalších řádků (modelů) v případě, že se rozměrová řada mění stále stejně, například délka šroubu se zvětšuje s každým dalším dílem o 5 mm, viz Obr. 56.





Type	Instance File Name	Common Name	PRUMER	DELKA
0000012052	0000012052.prt	10.000000	20.000000	
0000012053	0000012052.prt_IN	*		

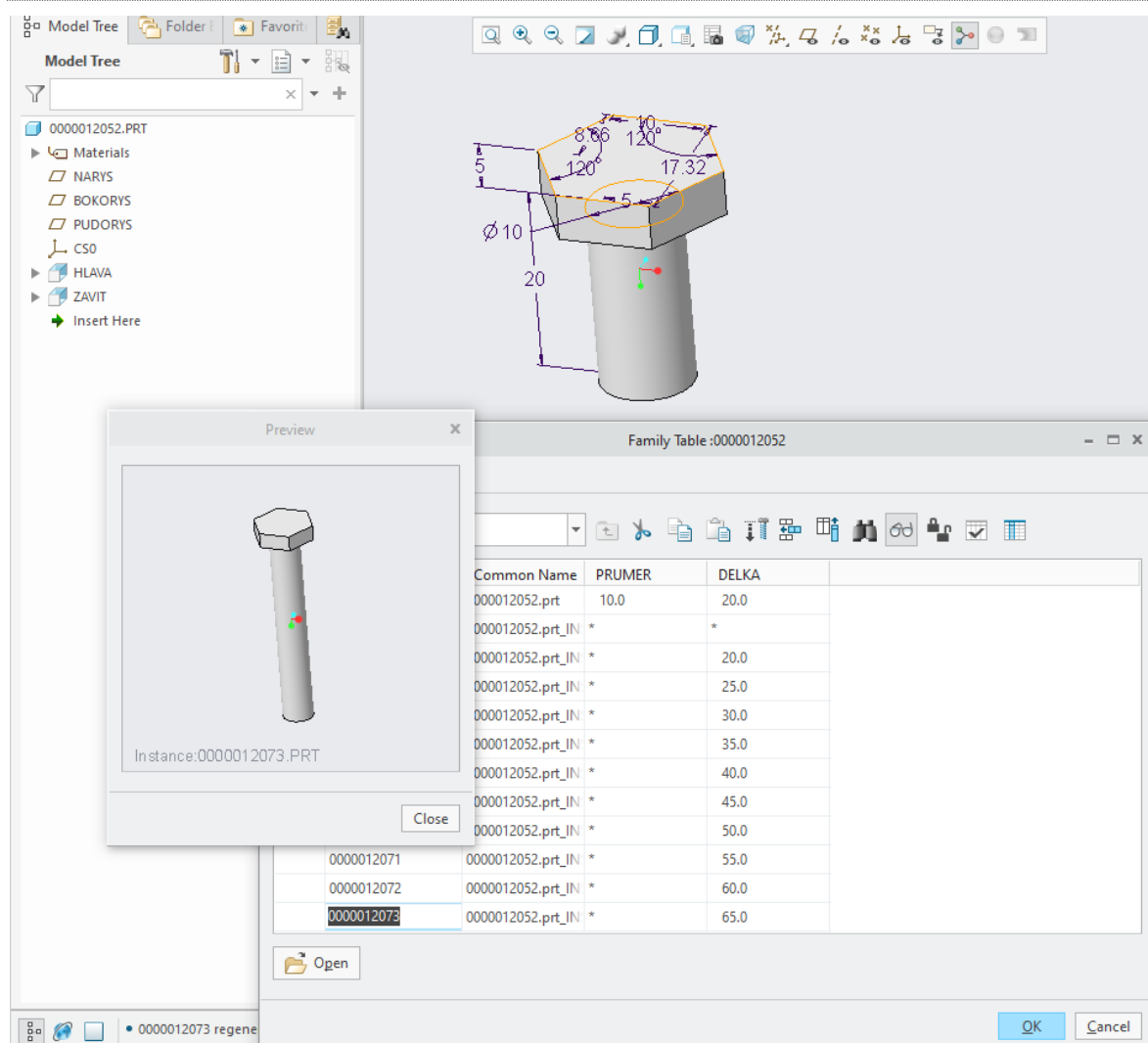
Obr. 55 – Zpřístupnění funkcí Family Table



Type	Instance File Name	Common Name	PRUMER	DELKA
0000012052	0000012052.prt	10.000000	20.000000	
0000012053	0000012052.prt_IN	*		*
0000012064	0000012052.prt_IN	*		20.000000
0000012065	0000012052.prt_IN	*		25.000000
0000012066	0000012052.prt_IN	*		30.000000
0000012067	0000012052.prt_IN	*		35.000000
0000012068	0000012052.prt_IN	*		40.000000
0000012069	0000012052.prt_IN	*		45.000000
0000012070	0000012052.prt_IN	*		50.000000
0000012071	0000012052.prt_IN	*		55.000000
0000012072	0000012052.prt_IN	*		60.000000
0000012073	0000012052.prt_IN	*		65.000000

Obr. 56 – Prvky Family Table dle inkrementu

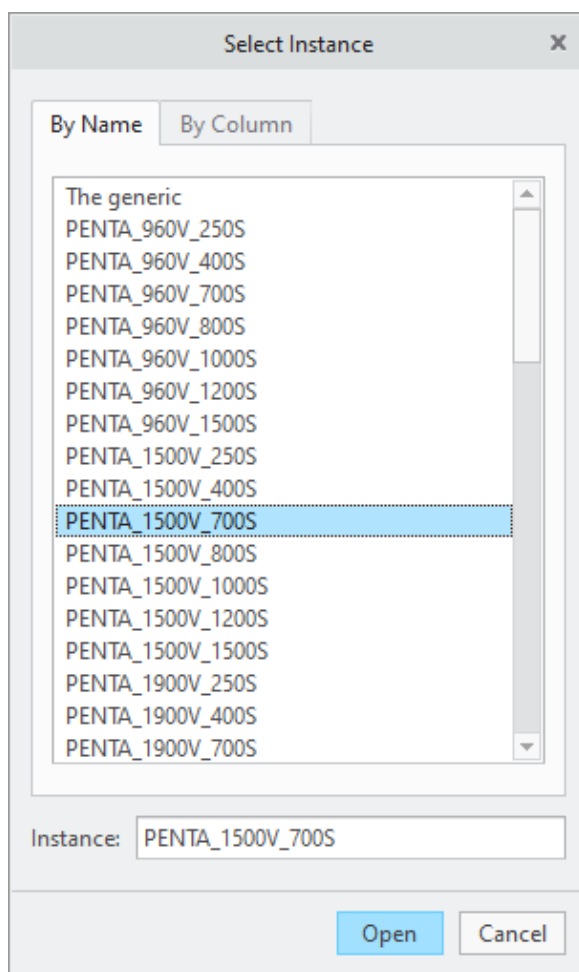
Dalším krokem je ověření, zda v nově vytvořených modelech nedochází k žádným problémům, pomocí ikony  a následného potvrzení tlačítkem *Verify*. Tímto krokem se vymodelují všechny zadané díly a pomocí ikony  je možné si ověřit správnost. Postup je zobrazen na Obr. 57.



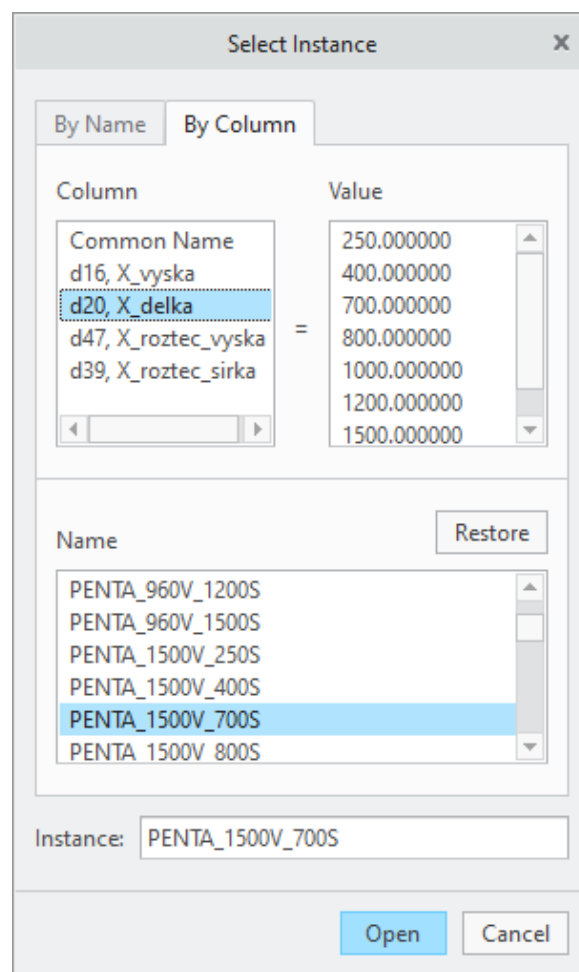
Obr. 57 – Zobrazení generovaného dílu

4.4.2 Výběr modelu

Při otevření generického modelu se nejdříve otevře tabulka *Select Instance*, ve níž je možné vybrat některý z automaticky vytvořených modelů. Vybírat je možné pomocí jména nebo pomocí parametru a příslušného rozměru, jak zobrazují Obr. 58 a Obr. 59.




Obr. 58 – Výběr modelu Family table dle jména

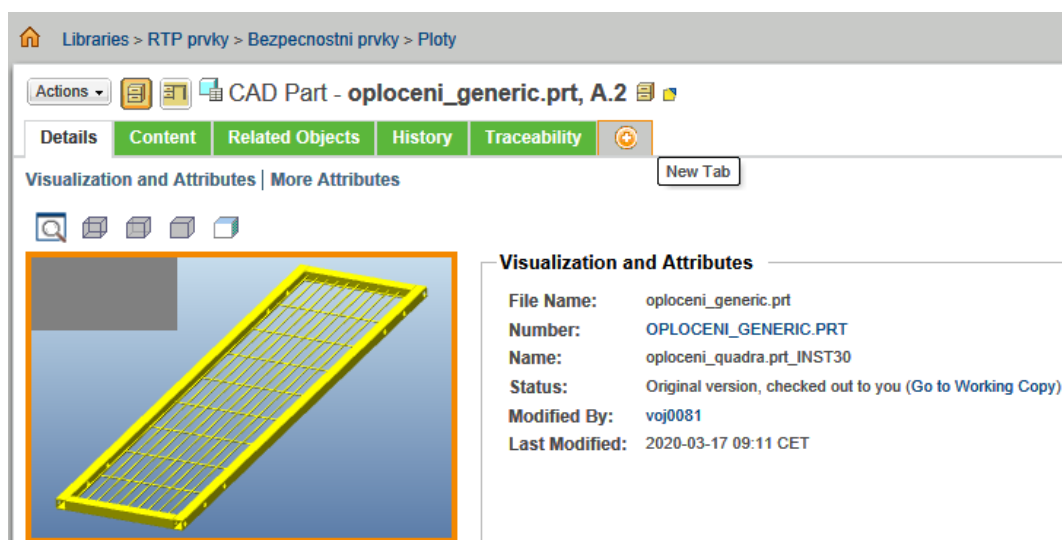


Obr. 59 – Výběr modelu Family table dle parametru

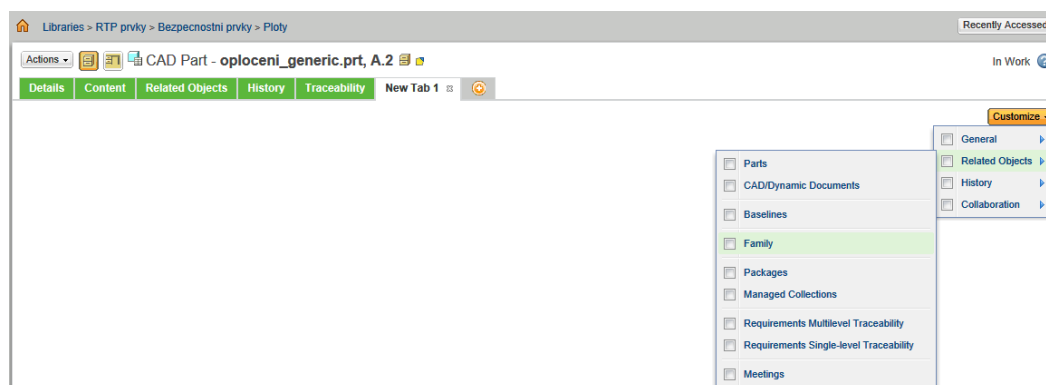
4.4.3 Intralink

Na detailní stránce family table prvku, viz Obr. 60, je možné pomocí ikony  definovat novou záložku umožňující zobrazit veškeré přidružené modely typu family table k otevřenému dílu, jak je vidět na Obr. 61.

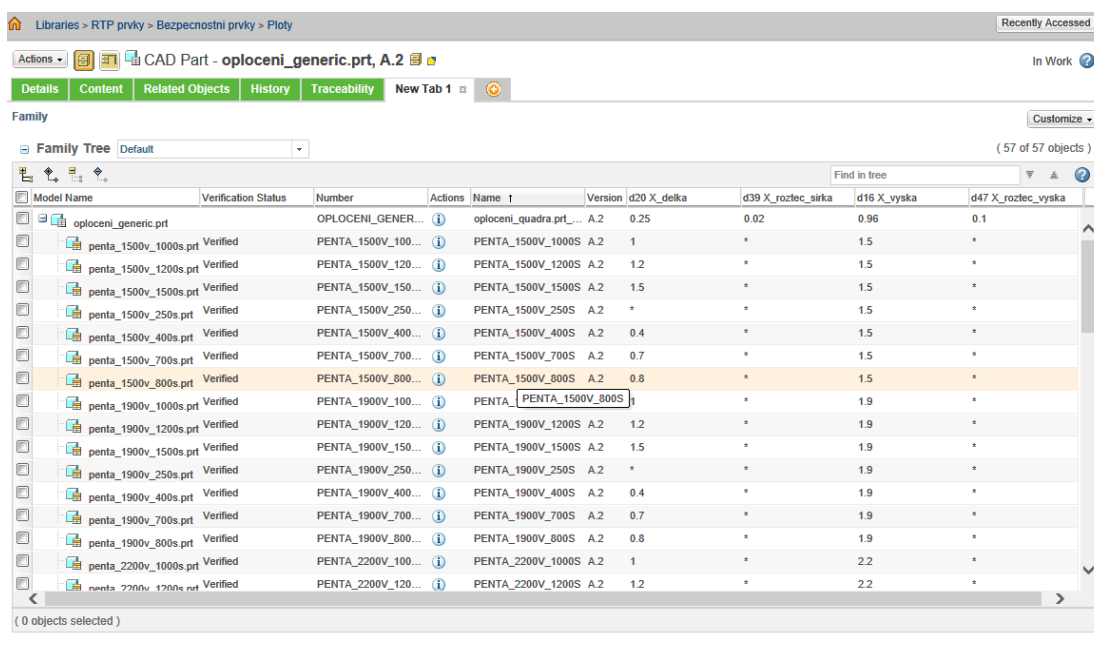
Při porovnání Obr. 59 a Obr. 62 je možné si všimnout, že v prostředí Intralinku došlo ke změně jednotek z [mm] na [m]. Jednotky se totiž pro účely Intralinku vždy ukládají v metrech a radiánech.



Obr. 60 – Nová záložka na detailní kartě



Obr. 61 – Vytvoření záložky typu Family



Obr. 62 – Záložka typu Family

5 Manuál pro uživatele knihovny

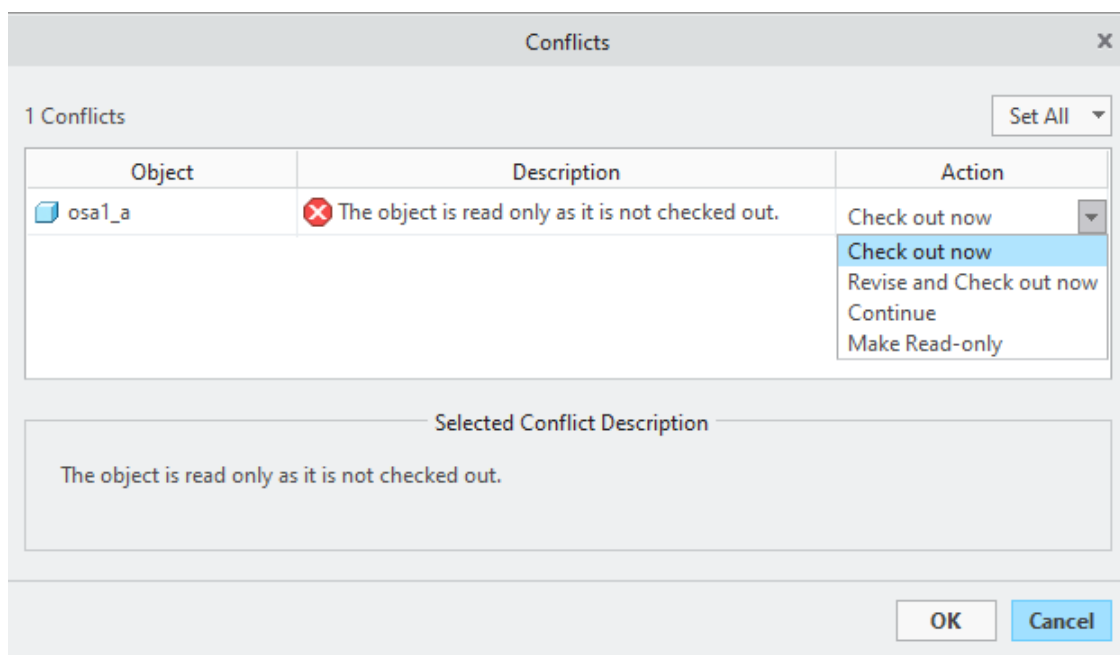
Knihovna je určena především pro studenty a vyučující VŠB oboru robotiky a jsou tedy běžnými uživateli, pro které je tento manuál vytvořen. Pro přístup do knihovny je nutné, aby jednotlivé uživatele či skupiny uživatelů ke knihovně přidal správce knihovny či administrátor školního serveru Intralink. Těmto uživatelům bude přiřazena role typu „Guest“.

5.1 Stahování prvků

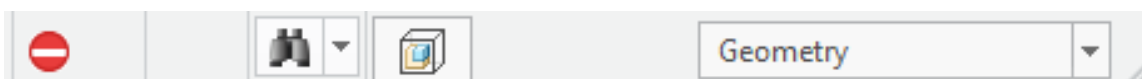
Práva běžného uživatele jsou oproti právům administrátora či správce knihovny velice omezená. Data uložená v knihovně nelze jakkoliv měnit, přidávat či soubory z adresáře odebírat příkazem *checkout*. Nelze z vytvořených prvků knihovny vytvářet revize ani je do knihovny ukládat jako kopie příkazem *save as*.

Práva studentů jsou však definovaná tak, že je možné si data stáhnout do svého workspace příkazem *add to workspace*. Takto uložená data jsou stále napojená na knihovnu. Student si je může prohlížet a bez modifikací vkládat do sestav. **Může z nich však ve workspace vytvářet kopie příkazem *save as*.** Tímto dojde k vytvoření modelu, který je nezávislý na prvku, ze kterého vychází, a tedy i na knihovně v rámci níž má student omezená oprávnění. S takto vytvořeným prvkem v rámci vlastního workspace může uživatel nakládat dle oprávnění, která má v používaném workspace. Oprávnění ve workspace se vztahují k produktu či knihovně, ve kterých je vytvořen tzn. nově založený workspace v rámci knihovny s definovanými právy, mu neposkytnou jiná oprávnění.

V případě jakékoliv změny na vložených prvcích přímo z knihovny software vytvoří chybové hlášení zobrazené na Obr. 63. Na uživateli je vybrat z nabízených možností. Funkce *checkout*, popř. vytvořit revizi a *checkout*, je sice v tomto hlášení umožněna, ale v případě, že uživatel nemá potřebná oprávnění, dojde k dalšímu chybovému hlášení, které není tak zřetelné, jelikož se neotevře nové okno s chybou. Chyba, která při těchto operacích bez oprávnění nastane se zobrazí na spodní straně okna softwaru Creo, jak je možné vidět Obr. 64.

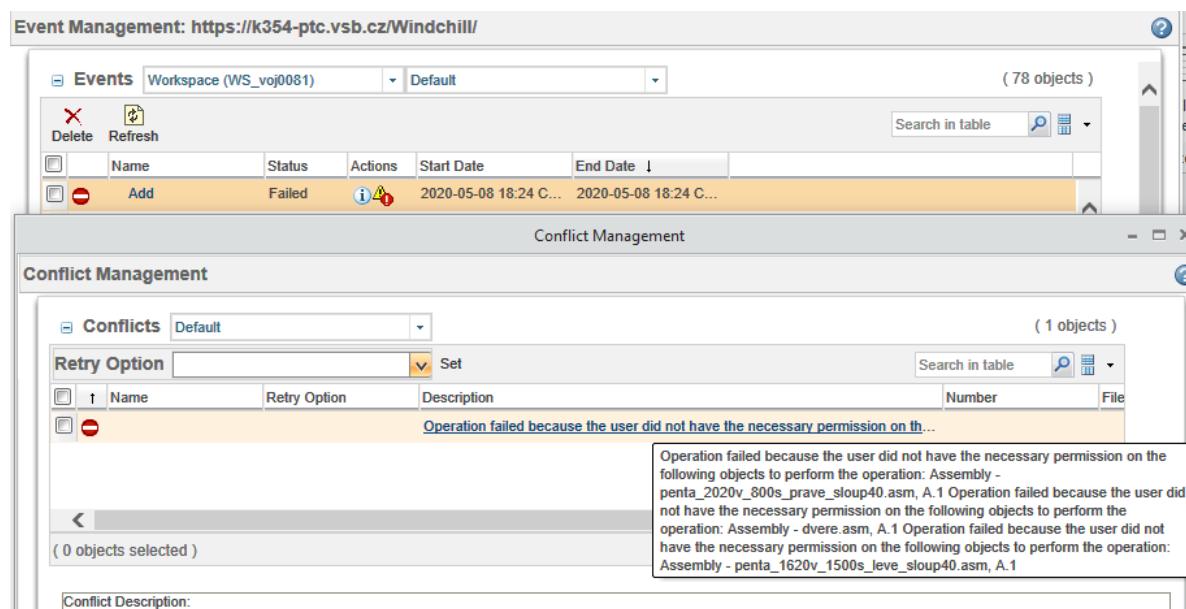


Obr. 63 – Chybové hlášení



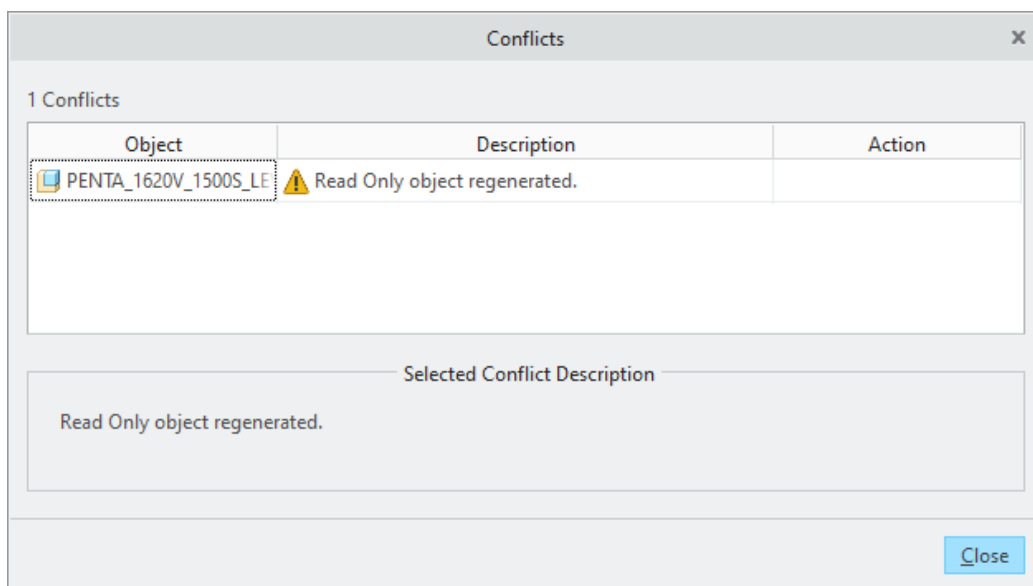
Obr. 64 – Chybové hlášení vizualizované značkou zákazu vjezdu – checkout bez oprávnění

Při rozkliknutí ikony připomínající dopravní značku zákazu vjezdu je na Obr. 65 vidět, že problém je v nedostatečném oprávnění uživatele a checkout tedy nelze provést.



Obr. 65 – Chybové hlášení – checkout bez oprávnění – detail

Další možností v prvním chybovém hlášení, zobrazeném na Obr. 63, je *Continue*. Tato možnost vrátí akci, jež chybové hlášení vytvořila. Oddálíme tím tedy nevyřešený problém, že prvky nelze modifikovat či ukládat. Poslední možností je *Make Read-only*, která objekty zamkne, umožní jejich regeneraci, a tedy změnu vizuálního náhledu prvku i po změně parametrů, avšak stále neumožňuje soubory ukládat. Při pokusu o uložení read-only prvku Creo zahlásí chybové hlášení zobrazené na Obr. 66.



Obr. 66 – Chybové hlášení – Read Only

Výše uvedená chybová hlášení je možné obejít tím, že prvky přidávané z knihovny do workspace uživatel uloží pod novým jménem příkazem *save as*, jak je zmíněno v úvodu této podkapitoly.

5.1.1 Family table

Modely typu family table je možné do sestav vkládat bez vytvoření pracovní kopie, jak je popsáno výše. To je umožněno tím, že se na modelech nemění žádné parametry. Commonspace Intralinku má uložené veškeré vytvořené instance prvku family table a vybrání konkrétní instance z generického dílu tedy pouze odkazuje na jiný díl. Pokud se takto vložený díl z řady family table do sestavy vloží a dále se nemodifikuje není nutné jej pro práci ukládat jako nový díl.

Částečnou výjimku tvoří sestavy využívající dílů family table. Tyto sestavy fungují na záměně jména vkládaného dílu, což je přisuzováno jako změna parametru modelu. V takovém případě je nutné díl stáhnout do workspace adresáře a vytvořit z něj nový díl pomocí funkce *save as*.



Jak jsem zmínil výše, tak systém Intralink ukládá veškeré instance modelů na bázi family table. Přístupů ke stažení dílu takto vytvořené sestavy je několik.

1. Stažení konkrétní instance sestavy

Konkrétní instanci je možné stáhnout do workspace jako jakýkoliv jiný díl pomocí funkce *add to workspace*. Takto vytvořený model nemá žádné vazby na další instance z řady family table.

2. Stažení generické sestavy

Při stažení této sestavy dojde pouze ke stažení modelu na základě, kterého se další sestavy vytváří a opět nemá vazby na žádné další modely, které z něj vychází.

Generický díl je v prostředí Intralinku označen ikonou prázdné tabulky  překrývající datový typ (sestava, díl ...) Pro konkrétní instanci je používána ikona  s vyznačením jednoho řádku.

3. Stažení generické sestavy se zachováním možnosti vybírání dle family table

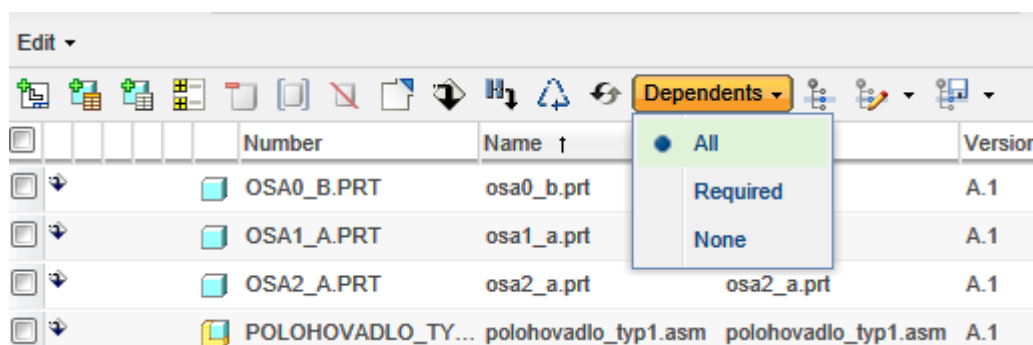
Pro zachování modelu s jeho podřízenými instancemi typu family table je nutné během stahování generického dílu do workspace vybrat veškeré instance k vytvoření nového dílu, totožného s původním.

Pravidla pro sesbírání instancí family table na základě jiného dílu jsou popsány v podkapitole 3.6.1. Pro modifikaci takovýchto sestav platí obdobně jako pro úpravy modelů, jenž nejsou na bázi prvků family table, že je nutné pro práci s nimi vytvořit jejich kopie včetně všech zvolených instancí.

5.1.2 Sestavné modely


Stahování sestavných modelů do vlastního adresáře pomocí funkce *add to workspace* je zrádné, jelikož výběr sestavy automaticky vybere díly obsahující aktuálně uložené verze sestavného modelu. V některých případech se prvky sestavy mohou měnit na základě zadaných parametrů. Pro kompletní stažení všech možných prvků využitých v sestavě je nutné stáhnout jeho veškeré modely.

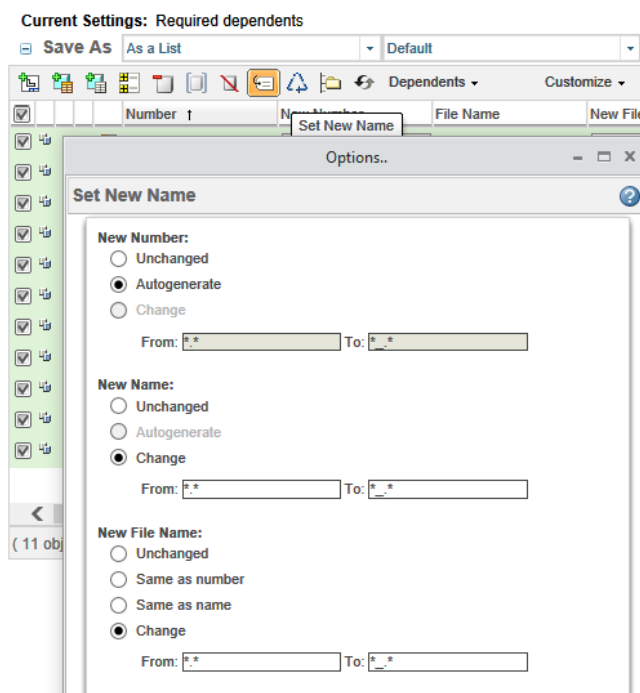
Funkce pro stažení souvisejících souborů je zobrazena na Obr. 67. Po vybrání sestavného modelu a zvolení funkce *add to workspace* je nutné v záložce *Dependents* zvolit možnost *All*.



Obr. 67 – Stahování sestavných modelů

5.1.3 Přejmenování

Pro vytvoření nového dílu pomocí operace *save as* je nutné vytvořit k těmto prvkům nová jména. Intralink neumožňuje vybrat rozdílné prvky nepropojené vazbou a najednou vytvořit jejich kopie. Pokud se jedná o sestavy či modely typu family table, může se stát, že je třeba vytvořit nová jména k velkému množství prvků. Pro tyto případy je vhodné, při ukládání nového dílu pomocí *save as*, použít ikonu  umožňující nastavit automatické generování nových jmen, jako na Obr. 68. Jak již v této práci bylo zmíněno, tak v prostředí Intralinku se při vyhledávání či právě při změně jmen využívá symbol „*“ nahrazující jakýkoliv text. Nastavení zobrazené na Obr. 68 tedy udává, že nové prvky se budou dále jmenovat stejně jako ty z nichž vychází s přidaným znakem podtržítka.

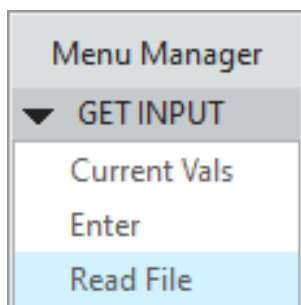


Obr. 68 – Automatické generování nových jmen

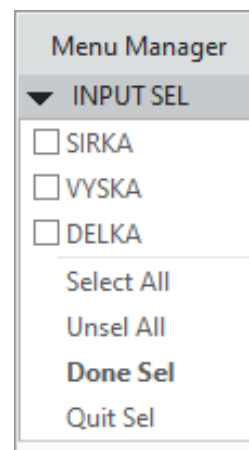
5.2 Práce s prvky

Knihovna obsahuje několik prvků, které nelze měnit pomocí parametrů, jsou to například palety či židle. Tyto prvky lze jednoduše vkládat do sestav, a to i přímo z knihovny. Dále knihovna obsahuje prvky typu family table, s nimiž jsem práci popsal v kapitole 5.1.1.

Největší zastoupení v knihovně mají prvky měnící se na základě zadání parametrů. Na tyto parametry se Creo ptá pomocí dialogového okna *Menu manager* nejčastěji zobrazené v pravé horní části obrazovky. Hodnoty lze zadávat až po zvolení z možnosti na Obr. 69 - *Enter*. Dále je možné vybrat všechny nebo jen některé parametry z nabídky, jak je možné vidět na Obr. 70. Výběr se potvrdí možností *Done Sel*.

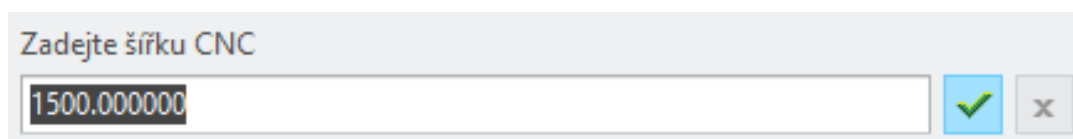


Obr. 69 – Menu manager



Obr. 70 – Výběr parametrů

Na základě vybraných parametrů se postupně začnou v prostředí Creo otevírat dialogová okna podobná Obr. 71, do nichž se zapisují hodnoty či volí možnost ano/ne.



Obr. 71 – Zadávání hodnot

Parametry lze měnit v samotném modelu či v sestavě obsahující parametrické modely. Se zvyšujícím se počtem parametrických dílů však začíná být vkládání parametrů v sestavě nepřehledné, a proto doporučuji měnit parametry pomocí otevření příslušného modelu a měnit parametry mimo sestavu.

Dialogové okno se zadáváním parametrů v rámci sestavy je vizuálně stejné pro veškeré vložené prvky v sestavě. Dialogová okna se otevírají v pořadí, v jakém jsou tyto prvky

vkládány do sestavy. Pro ujištění, o jaký prvek se jedná, je v dolní části obrazovky v tzv. *Message Log* text vyzívající k volbě parametrů a zobrazující název prvku, na který se ptá aktuální dialogové okno – Obr. 72.

➡ Choose source of values for Pro/PROGRAM inputs for model VALECKOVY_PRIMY_.

Obr. 72 – Message Log

5.2.1 Regenerace

Parametrické modely s větším počtem navzájem ovlivňujících se relací, je třeba regenerovat více krát, než se vzájemně provázané relace dopočítají a model nabude požadovaného tvaru.

5.2.2 Rastrová grafika v modelech

V PTC Creo je možné do modelů přidávat rastrovou grafiku, jak je užito např. na modelu rozvodové skříně na Obr. 73.

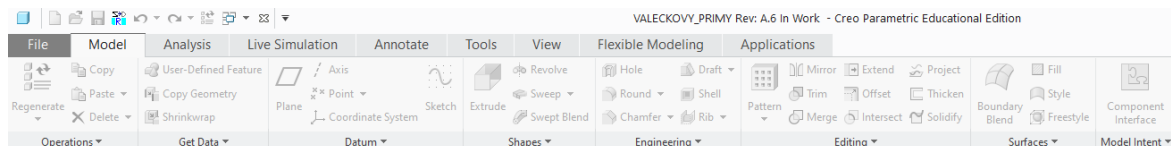


Obr. 73 – Užití rastrové grafiky na modelu

V případě, že vizualizace modelu či jeho části je založena na obrázku, který není dostupný v grafické knihovně instalované do PC spolu se softwarem Creo, je nutné obrázek z knihovny stáhnout do workspace zároveň s modelem. Pokud tak uživatel neučiní, obrázek nebude na modelu uplatněn.

5.2.3 Přepínání mezi modely

Během práce v prostředí Intralinku se stává, že uživatel otevře více různých modelů. Nově otevřený model má však uzamčené veškeré funkce. Software Creo totiž neumožňuje v rámci jednoho uživatelského účtu práci na více modelech současně. V případě, že jsou funkce v horních záložkách uzamčeny, jako je tomu na Obr. 74, pak je v tu chvíli otevřený jiný model, který Creo považuje za aktuální okno. Pro aktivaci modelu slouží klávesová zkratka *ctrl-A*, pomocí níž se funkce opět odemknou.



Obr. 74 – Uzamčené funkce

6 Manuál pro správce knihovny

Správce knihovny je uživatel mající v rámci knihovny veškerou pravomoc.

6.1 Správa uživatelů knihovny

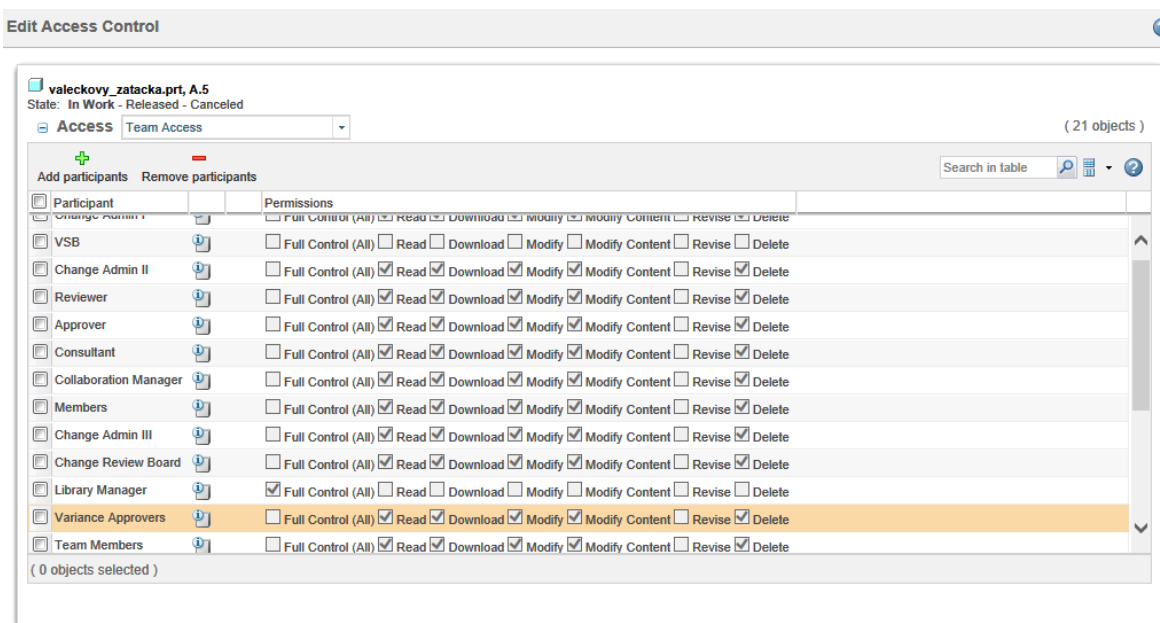
6.1.1 Přidávání uživatelů

Přidávat jednotlivé uživatele či skupiny uživatelů je možné z navigátoru, po vybrání příslušné knihovny v záložce *Team*. Zde pomocí funkce *Add member* se otevře okno, zobrazené na Obr. 75. V tomto okně je možné najít uživatele na základě několika možných kritérií a následně je do knihovny přidat. Nejvhodnější způsob je vyhledat v poli *Full name* uživatele dle osobního čísla. Pomocí rolovacího okna vedle nápisu *Assign to Role* je možné vybrat do jaké kategorie uživatelů bude nově přidán zařazen.

Obr. 75 – Přidání uživatele do knihovny

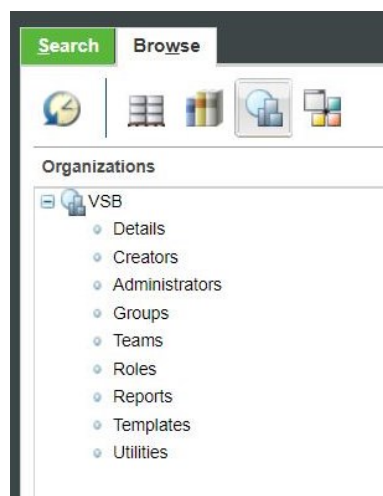
6.1.2 Práva uživatelů

Jednotlivá práva jsou definována vytvořenými profily. Ty může spravovat a vytvářet administrátor. Zobrazit jednotlivé oprávnění je možné po rozkliknutí libovolného modelu v knihovně a zvolení možnosti *Edit acces control*. V tomto okně, jak je vidět na Obr. 76, se zobrazují jednotlivá práva napříč všemi rolemi, avšak správce knihovny tyto práva nemůže editovat.



Obr. 76 – Práva uživatelů

Funkce na správu těchto dat a dalších prvků má administrátor v záložkách na Obr. 77. Rozšířené možnosti nastavení jsou pro ostatní uživatele skryty.

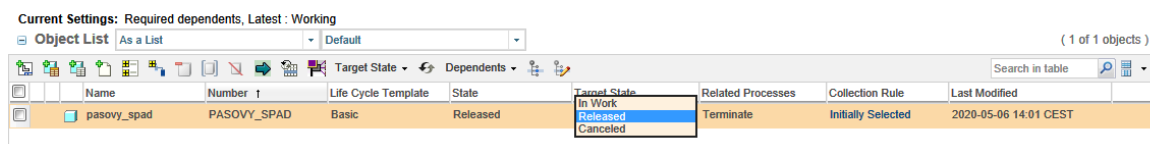


Obr. 77 – Možnosti administrátora

6.2 Práce správce

Povinnosti správce jsou jednat dle smluveného pracovního procesu popsaného v kapitole 3.5.1. Tyto činnosti zahrnují povyšování dat z jednotlivých životních cyklů, pracovat s požadavky na revize a dalšími operacemi dle nastavených pracovních postupů.

Nastavit životní cyklus bez požadavku na povýšení je možné po zvolení možnosti *Set State* po vybrání konkrétního prvku. Funkce je zobrazena na Obr. 78.



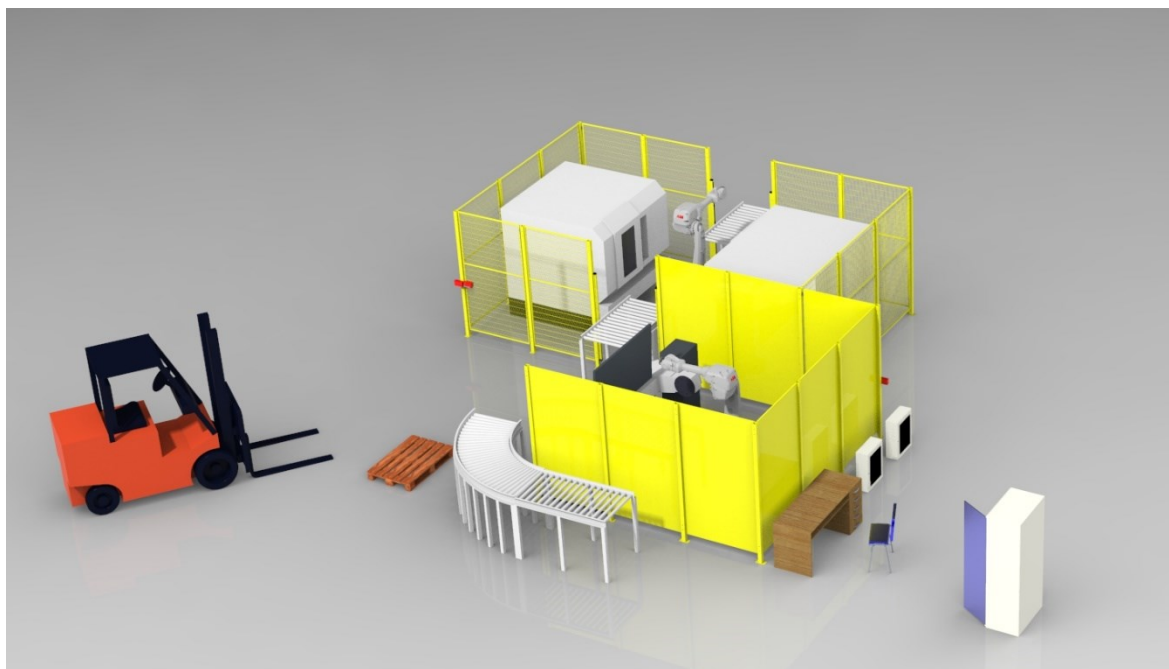
Obr. 78 – Nastavení životního cyklu

7 Demonstrační pracoviště

Demonstrační pracoviště je tvořeno dvěma robotickými buňkami a prostorem operátora. První robot na horní straně Obr. 79 obsluhuje dva CNC stroje a vkládá do nich materiál přijíždějící na válečkovém dopravníku a následně jej posílá do dalšího pracoviště opět pomocí dopravníku.

Druhá buňka se skládá z odstíněného polohovadla, kde na jedné straně operátor do přípravku na polohovadle zakládá objekty z dvou dopravníků. Na druhé straně polohovadla robot tyto objekty svařuje.

Prostor robotů je oplocen a vstupuje se do něj pomocí dveří s bezpečnostními zámky. Dále jsou dopravníky vedoucí do a z pracoviště s CNC stroji, doplněny o světelné závory eliminující jinak možný nechráněný vstup do pracoviště.



Obr. 79 – Demonstrační pracoviště

Postup vytváření demonstračního pracoviště je doložen videem v Příloha C:

Celý proces vytváření demonstračního pracoviště trval méně než 30 minut, což je oproti běžnému modelování obdobného pracoviště podstatně rychlejší. Samotné „vytvoření“, tedy import modelů, do adresáře trval pouze 5 minut. Tato část návrhu RTP by bez knihovny zabrala hodiny. Dva průmyslové roboty jsou jedinými modely v demonstračním pracovišti, které nevznikly v rámci této práce, ale byly získány z knihovny robotů, kterými disponuje katedra robotiky.

Závěr

Výstupem této diplomové práce je knihovna běžných prvků robotizovaných pracovišť. Seznam modelů knihovny je založen na základě rešerše pracovišť rozdělených podle nejčastěji robotizovaných technologií, mezi něž patří manipulace, svařování a lakování. Knihovna je dle zadání propojena se školním serverem Intralink Vysoké školy báňské oboru robotika.

Intralink je software na správu dat pomocí vhodně definovaných práv jednotlivých uživatelů a dalších funkcí, usnadňující práci v týmu. Intralink je od způsobu přihlášení do systému, přes základní pojmy, operace, životní cykly a další vybrané funkce detailně v práci popsán. Jednotlivé modely knihovny jsou vytvářené v prostředí softwaru Creo Parametric, což je CAD software na tvorbu 3D modelů hojně využívaný na Katedře robotiky v mnoha odborných předmětech. Má diplomová práce obsahuje postup vytváření typických modelů knihovny v prostředí tohoto softwaru především pomocí modulů pro/program a family table.

Dále práce obsahuje manuály pro správce knihovny a její uživatele, což jsou především budoucí studenti VŠB oboru robotiky.

Přínosem knihovny je především podstatné urychlení koncepčního návrhu tvorby robotických technologických pracovišť, což je doloženo vytvořením demonstračního pracoviště, kde vytvoření jednotlivých prvků trvalo v rámci jednotek minut. Tvorba modelů prvků, které se na pracovišti nachází, je zpravidla při tvorbě jejich návrhů časově nejdelší. Studenti tak použitím knihovny mohou ušetřený čas ve výuce věnovat jiným činnostem souvisejícím s návrhem automatizovaných pracovišť, např. detailnějším posouzením bezpečnostních rizik pracoviště, optimalizací výrobního procesu, simulacemi a podobně.

Do budoucna by bylo vhodné knihovnu rozšiřovat a obnovovat dle aktuálně nabízených prvků robotických pracovišť. Vytvářet nové či upravovat stávající modely mohou studenti v rámci odborných předmětů zaměřených na práci se softwarem Creo. Knihovnu by dále bylo vhodné doplnit o soubor aktuálně používaných průmyslových robotů. Dalším urychlením návrhu RTP by mohl být nový proces, který by zjednodušil tvorbu oplocení jakožto často užívaný bezpečnostní prvek robotických pracovišť. Oplocení se skládá z velkého počtu opakujících se dílů jejichž vkládání je v poměru k ostatním prvkům pracoviště nejvíce časově náročné.

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucímu mé diplomové práce za ochotu a čas, který mi věnoval při zpracování této práce a jeho neocenitelné odborné rady. Poděkování patří také mé matce, přítelkyni a zbytku rodiny za podporu nejen při psaní této diplomové práce, ale i během celého studia.

Seznam použité literatury

- [1] Obrázek dopravníků v RTP. *Robot palletizer* [online]. [cit. 2020-05-11]. Dostupné z: <http://www.robotpalletizer.com/conveyors.html>
- [2] Obrázek dopravníků v RTP. *Robotiq* [online]. [cit. 2020-05-11]. Dostupné z: <https://blog.robotiq.com/bid/72441/What-is-the-Cost-of-a-Robotic-Welding-Cell>
- [3] Obrázek svařování pomocí robotu. *PMR: press release* [online]. [cit. 2020-05-11]. Dostupné z: <https://pmrpresse.com/paint-robots-market-size-global-industry-report-2018-2023/>
- [4] ATEX. *Wikipedie: otevřená encyklopedie* [online]. [cit. 2020-05-11]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/ATEX>
- [5] SKAŘUPA, Jiří. *Průmyslové roboty a manipulátory* [online]. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita, [2008] [cit. 2020-05-11]. ISBN isbn978-80-248-1522-0.
- [6] BLECHA, Petr a kol. *Mechatronika: Modul 10: Robotika* [online]. 2008 [cit. 2020-05-12]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/8054951-Mechatronika-modul-10-robotika.html>
- [7] Obrázek válečkového dopravníku. In: *HABERKORN* [online]. [cit. 2020-05-11]. Dostupné z: <https://www.haberkorn.cz/valeckove-dopravniky/>
- [8] Obrázek pásového dopravníku. In: *Extera* [online]. [cit. 2020-05-11]. Dostupné z: <https://www.extera.cz/cs/pasove-dopravniky-sirka-245-mm-nosnost-20-kg-m/p-630/>
- [9] Obrázek svařovacího robotu s polohovadlem. In: *Welding productivity* [online]. [cit. 2020-05-11]. Dostupné z: <https://weldingproductivity.com/article/first-milestones>
- [10] Definice softwaru Creo. In: *PTC* [online]. [cit. 2020-05-11]. Dostupné z: <https://www.ptc.com/en/products/cad/creo>
- [11] Obrázky zápisů relací Creo. In: *PTC: support* [online]. [cit. 2020-05-11]. Dostupné z: http://support.ptc.com/help/creo/creo_pma/usascii/index.html#page/fundamentals%2Fprogram%2FAbout_Design_Branches.html%23
- [12] Family table. In: *PTC: support* [online]. [cit. 2020-05-11]. Dostupné z: http://support.ptc.com/help/creo/creo_pma/usascii/index.html#page/fundamentals%2Ffundamentals%2Ffund_ten_sub%2FAbout_Family_Tables_1.html%23
- [13] Tabulka možností životních cyklů dle typu šablony. *PTC: support* [online]. [cit. 2020-05-11]. Dostupné z: https://support.ptc.com/help/windchill/whc/whc_en/index.html#page/Windchill_Help_Center/LCChp_BasicAdvLC.html#wwID0ERV6V

Přílohy

Příloha A: Modely knihovny. Serverové uložení> modely_knihovny.zip

Příloha B: Tabulka prvků knihovny. Serverové uložení> Seznam modelů.pdf

Příloha C: Video. Serverové uložení> Vytvoreni_demonstracniho_pracoviste.mp4